

# ***ИЗВЕСТИЯ***

*НИЖНЕВОЛЖСКОГО  
АГРОУНИВЕРСИТЕТСКОГО КОМПЛЕКСА*  
Наука и высшее профессиональное образование

***Направления:***

- *агрономия и лесное хозяйство*
- *зоотехнические и ветеринарные специальности*
- *инженерно-агропромышленные специальности*

**2009**

**№ 4 (16)**

Волгоград  
ИПК «Нива»  
2009

**УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА**  
**ФГОУ ВПО ВОЛГОГРАДСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ**  
**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ**  
**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ НАУЧНОГО ЖУРНАЛА**

Председатель редакционного совета, председатель правления регионального фонда «Аграрный университетский комплекс», ректор ВГСХА профессор, д. с.-х. н. *А.С. Овчинников*

Зам. председателя редакционного совета, проректор по научной работе ВГСХА профессор, д. с.-х. н. *А.Н. Цепляев*

Директор ВНИАЛМИ академик РАСХН *К.Н. Кулик*

Директор ВНИИТ ММС и ППЖ академик РАСХН *И.Ф. Горлов*

Директор Прикаспийского НИИ аридного земледелия академик РАСХН *В.П. Зволинский*

Директор ВНИИОЗ заслуженный работник сельского хозяйства, к. с.-х. н. *В.В. Мелихов*

Директор Нижневолжского НИИ сельского хозяйства д. с.-х. н. *А.Н. Беляков*

Директор Поволжского НИИ ЭМТ к. т. н. *В.В. Карпунин*

Директор Волгоградского ИПККА *Е.Н. Патрина*

**Главный редактор:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор *А.С. Овчинников*

**Заместитель главного редактора:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор *А.Н. Цепляев*

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

д. т. н., профессор *В.И. Баев*  
д. с.-х. н., профессор *В.В. Балашов*  
д. т. н., академик *М.С. Григоров*  
д. с.-х. н., профессор *В.М. Иванов*  
д. с.-х. н., профессор *А.П. Коханов*  
д. т. н., профессор *Н.Г. Кузнецов*  
д. б. н. *А.Н. Шинкаренко*

д. с.-х. н., профессор *А.Н. Сухов*  
д. с.-х. н., профессор *В.И. Филин*  
д. с.-х. н., профессор *В.Н. Чурзин*  
к. т. н., профессор *М.Н. Шапров*  
д. с.-х. н., профессор *К.В. Эзергайль*  
д. с.-х. н., профессор *А.В. Семилютина*

**ISSN 2071-9485**

© ИПК ФГОУ ВПО ВГСХА «Нива», 2009

© Авторы статей, 2009



## СЛОВО ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

*Уважаемый читатель!*

Начиная с этого номера, мы открываем в журнале две дополнительные рубрики: *«Портреты мастеров аграрного ремесла»* и *«Патриархи аграрной науки Нижнего Поволжья»*.

В нашем журнале публикуются результаты наиболее важных научных исследований, выполняемых под руководством и с участием известных ученых Нижнего Поволжья. Этот регион издавна относят к зоне рискованного земледелия, поскольку минимум осадков, резко-континентальный климат, степные и полупустынные территории оказывают самое неблагоприятное воздействие на развитие аграрной отрасли. Успех в сельскохозяйственном секторе экономики возможен только при условии разработки рекомендаций, опирающихся на всесторонние прикладные и фундаментальные научные исследования. Эти исследования берут свое начало с момента образования Сталинградского СХИ, научно-исследовательских институтов Всесоюзного, а далее Всероссийского значения, расположенных территориально в Нижнем Поволжье.

Научные исследования, у истоков которых стояли патриархи науки, продолжают и поныне. Много сделано в науке по землеустройству, появляются новые имена признанных ученых-первопроходцев в стратегических направлениях сельского хозяйства. Две новые рубрики нашего журнала рассчитаны, в первую очередь, на самую прогрессивную, самую эрудированную, самую интеллигентную часть нашего общества – студенческую молодежь, а также на наших потомков. Надеюсь, что память об ученых, стоящих у истоков аграрного научного ремесла и слава о нынешних корифеях сельского хозяйства, благодаря нашему журналу, останется вечной.

Ректор ВГСХА, профессор  
доктор с.-х. наук,

А.С. Овчинников

*1 января 2010 года исполнится 75 лет одному из знаменитых ученых Волгоградской ТСХА Николаю Григорьевичу Кузнецову. Великому ученому, талантливому руководителю, мудрому наставнику мы посвящаем наш первый портрет*

## ПОРТРЕТЫ МАСТЕРОВ АГРАРНОГО РЕМЕСЛА

---



**Николай Григорьевич Кузнецов** родился в 1935 году. В средней школе учился в Ашхабаде, Владикавказе и в городе Фролово Волгоградской области. Окончил школу в 1952 г. с золотой медалью. С 1952 по 1958 обучался в МВТУ им. Н.Э. Баумана, которое также закончил с отличием. В 1958-1960 гг. работал инженером-конструктором ВГТЗ, а с 1960 поступил в аспирантуру при кафедре «Тракторы и автомобили» Волгоградского СХИ. В 1963 защитил кандидатскую диссертацию, а в 1973 году стал доктором технических

наук, с 1977 г. – профессором. В период с 1973 по 1982 гг. был деканом факультета механизации с.-х. ВСХИ, с 1982 г. – проректор по учебной работе и заведующий кафедрой «Тракторы и автомобили» Волгоградского СХИ. В 1998-2003 гг. был избран ректором Волгоградской государственной сельскохозяйственной академии. В 2003 г. основал кафедру «Информатика, теоретическая механика и основы научных исследований» и был ее первым заведующим, а с 2008 г. – профессор той же кафедры.

По натуре Николай Григорьевич прежде всего ученый, камерный работник, который любит анализировать факты, моделировать, делать обобщения о сущности изучаемых явлений. Только стечение жизненных обстоятельств случайным образом привело его к административной деятельности, позволив проявить врожденные задатки талантливого руководителя. На руководящих постах декана, первого проректора и

впоследствии ректора ВГСХА Н.Г. Кузнецову удалось даже в тяжелый период дефолта 1998 года удержать корабль сельскохозяйственной академии на плаву рыночной стихии.

Кузнецов Н.Г. плодотворно занимается научной работой, им опубликовано 248 научных работ, из них 22 изобретения. Под руководством профессора Кузнецова Н.Г. защищено 30 диссертаций. Им созданы научные школы по следующим направлениям:

- разработка теории тягового баланса МТА с колесными тракторами при переменном характере действующей нагрузки;
- обоснование требований к ходовым системам тракторов с точки зрения ограничения разрушения природной структуры почвы;
- разработка конструктивных мероприятий, позволяющих устранить негативные явления, вызывающие повышение динамичности нагружения колесных и гусеничных тракторов в составе скоростных МТА;
- аналитический метод оптимизации параметров упругих элементов навесных устройств сельскохозяйственных тракторов;
- создание математических моделей сельскохозяйственных тракторов и методики их расчета на основе теории случайных функций;
- создание пахотно-пропашных тракторов путем универсализации гусеничных тракторов;
- экологические и ресурсосберегающие аспекты выбора средств механизации;
- применение двигателей постоянной мощности со свободным выпуском, отсутствие в которых систем наддува и ГДТ значительно повышает надежность и ремонтпригодность в условиях сельского хозяйства.

Высокий научный авторитет профессора Н.Г. Кузнецова позволил ему возродить и возглавить в 1999 г. докторский диссертационный совет по техническим наукам по специальностям 05.20.01, 05.20.03 и 06.01.02.

Результаты научной деятельности обобщены в 4 монографиях и 4 учебных пособиях. При его участии разработаны программа по курсу «Тракторы и автомобили» по специальности «Механизация сельского хозяйства», один из первых учебных планов по новой фермерско-управленческой специальности «Технология сельскохозяйственного производства», по которой в академии началась подготовка специалистов в 1992 году. По преподаваемому курсу «Тракторы и автомобили» им написаны три учебных пособия, разработан курс лекций для студентов факультета механизации сельского хозяйства по дисциплине «Ма-

тематические модели и расчеты на ЭВМ», изданы учебные пособия «Введение в курс математических моделей», для аспирантов – «Вводные лекции по математическому моделированию и математической теории эксперимента».

За время работы в институте Николай Григорьевич показал себя не только высококвалифицированным преподавателем и умелым организатором, сочетающим принципиальность, требовательность, творческий подход к делу, но и душевным, внимательным к коллегам руководителем.

За успешную научную деятельность ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники РФ», он награжден президиумом Российской инженерной академией медалью Королева, ему присуждена премия Волгоградской области за научные достижения в 2009 г. За деятельность по организации работ специализированных студенческих отрядов, использующих передовую организацию труда, на должности декана, а потом и проректора Кузнецов Н.Г. награжден орденом «Дружбы народов», отмечен нагрудным знаком высшей школы «За отличные успехи в работе», за работу на административных должностях академии – орденом Почета.

**Коллеги по кафедре информатики, теоретической  
механики и основ научных исследований поздравляют  
Николая Григорьевича Кузнецова с юбилеем!  
Желаем ему здоровья, успехов в делах и творческого долголетия!**

**От имени благодарных учеников  
доктор технических наук, профессор А.Ф. Рогачев**

## АГРОНОМИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

---

### ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ТОМАТОВ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

### PHOTOSYNTHESIS ECONOMIC EFFICIENCY AND TOMATOES PRODUCTIVITY AT DRIP IRRIGATION

**А.С. Овчинников**, доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор, ректор Волгоградской ГСХА  
**И.И. Азарьева**, аспирант

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**A.S. Ovchinnikov, I.I. Azarjeva**

*Volgograd state agricultural academy*

Показана взаимосвязь хозяйственной эффективности фотосинтеза томатов с параметрами контура увлажнения почвы и поливной нормой при капельном орошении, ее значение в формировании урожайности стандартных плодов томата. Рассмотрены варианты агротехнической оптимизации условий выращивания томатов на тяжелосуглинистых почвах при капельном орошении.

The correlation of tomatoes photosynthesis economic efficiency with soil moistening contour and irrigation rate at drip irrigation, its significance during standard tomatoes' fruits crop capacity forming are shown in this article. Tomatoes' growing conditions on heavy loamy soils at drip irrigation agrotechnical optimization variants are examined here.

**Ключевые слова:** *капельное орошение, томаты, поливная норма, урожайность, хозяйственная эффективность фотосинтеза, обработка почвы, оптимизация.*

**Key words:** *drip irrigation, tomatoes, irrigation rate, crop capacity, photosynthesis economic efficiency, soil cultivation, optimization.*

Анализ существующей практики использования орошаемых земель и климатических условий в регионе Нижней Волги убедительно свидетельствует, что наряду с другими видами мелиорации, ведущая роль в стабилизации и повышении эффективности производства сельскохозяйственной продукции принадлежит орошению. Однако в условиях возрастающего дефицита (а, следовательно, стоимости) водных и

энергетических ресурсов приоритет отдается ресурсоэкономичным, локальным технологиям орошения, к которым относится и капельный способ полива.

Преимущества капельного орошения выразились в динамичном распространении этого способа полива в регионе, проводится комплекс научно-исследовательских работ, направленных на повышение эффективности его применения при возделывании овощных культур. Недостатком исследований, проведенных с томатами, следует считать отсутствие систематической информации, позволяющей определить оптимальные размеры и геометрию контура увлажнения, которые обеспечили бы максимальную устойчивость производства при формировании урожайности на уровне 100 т/га. Важно и то, что геометрия контура увлажнения должна учитывать и способ размещения растений в посевах. В наших исследованиях томаты высевали ленточным способом, который нашел наибольшее распространение на орошаемых капельным способом землях региона.

Цель наших исследований заключается в оптимизации основного элемента в технологии капельного орошения – поливной нормы и связанных с ней размеров зоны увлажнения, при возделывании томатов. Для достижения поставленной цели в опытных посевах томата (гибрид Санрайз) с начала фазы цветения поливную норму дифференцировали по вариантам опыта от 100 до 220 м<sup>3</sup>/га с шагом 30 м<sup>3</sup>/га.

Опытные данные свидетельствуют о возможности реализации до 26-43 % накопленной посевами органической массы в урожае томатов. Однако эффективность реализации продуктов фотосинтетической деятельности посевов в урожае томатов существенно зависит от условий выращивания и, в частности, неодинакова при поливе разными поливными нормами (табл.).

Наибольшими значениями коэффициента хозяйственной эффективности фотосинтеза посева томатов характеризовались на участках, где поливы проводили наименьшей в опыте нормой – 100 м<sup>3</sup>/га. При этом в урожае реализовывалось 32-43 % накопленной посевами органической массы. Уровень урожайности томатов при поливе нормой 100 м<sup>3</sup>/га оставался невысоким, что объясняется относительно низкой фотосинтетической активностью посевов на участках в этих вариантах. Наибольшая продуктивность посева не превышала 60 т/га, а в среднем за годы исследований с этих участков было получено 54,3 т/га плодов томата.



Система обработки почвы	Поливная норма, м <sup>3</sup> /га	Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза			Урожайность, Y, т/га				ΔY на фоне систем обработки почвы	
		2006 г.	2007 г.	2008 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	средняя	т/га	%
Базовая система обработки почвы	100	0,41	0,38	0,32	59,44	58,65	44,74	54,28	–	–
	130	0,40	0,36	0,32	72,08	70,20	45,54	62,61	8,33	15,35
	160	0,39	0,36	0,30	82,50	80,40	51,27	71,39	17,11	31,52
	190	0,36	0,34	0,27	73,82	73,21	47,02	64,68	10,40	19,16
	220	0,32	0,31	0,26	64,04	65,27	44,41	57,91	3,63	6,69
С полосным объемным рыхлением в зоне увлажнения	100	0,43	0,39	0,33	68,30	62,69	46,67	59,22	–	–
	130	0,42	0,39	0,33	75,85	75,80	51,79	67,81	8,59	14,51
	160	0,42	0,40	0,33	101,37	101,84	65,37	89,53	30,31	51,18
	190	0,41	0,39	0,31	108,85	109,20	69,82	95,96	36,74	62,04
	220	0,38	0,37	0,29	94,73	96,98	62,81	84,84	25,62	43,26
НСР <sub>05</sub> , т/га									4,2	

Почти на том же уровне хозяйственная эффективность фотосинтеза томатов обеспечивалась при поливе нормами 130 и 160 м<sup>3</sup>/га. Изменение размеров контура увлажнения и водного режима смачиваемой зоны, чем сопровождается увеличение нормы полива при капельном орошении, в этом диапазоне не отражалось существенно на коэффициенте хозяйственной эффективности фотосинтеза томатов. В урожае при этом реализовывалось не менее 30-40 % накопленной посевами органической массы. В сочетании с повышением фотосинтетической активности посева это позволило сформировать, в среднем, от 45,0 до 101,8 т/га плодов томата.

Обращает внимание широкий диапазон изменения продуктивности томатов в анализируемом материале. Это связано с изменением погодных условий, которые в 2008 году для томатов сложились крайне неблагоприятно. Низкая влажность воздуха в сочетании с критическими для формирования завязи дневными температурами воздуха существенно снизило продолжительность периода плодоношения и урожайность посевов. В связи с этим, уровень продуктивности томатов в этом году был существенно ниже, чем в 2006 или 2007 годах и изменялся по вариантам опыта от 44,7 т/га до 69,8 т/га. Вместе с тем, общие закономерности реализации потенциала продуктивности возделываемого гибрида полностью сохранялись.

Повышение поливной нормы до 190 м<sup>3</sup>/га на участках, где применялась базовая технология обработки почвы, сопровождалось снижением урожайности томатов в сравнении с продуктивностью посевов, где поливы проводили нормой 160 м<sup>3</sup>/га. В 2006 году урожайность снизилась с 82,5 до 73,8 т/га, в 2007 году – с 80,4 до 73,2 т/га, в 2008 году – с 51,3 до 47,0 т/га. Исследованиями установлено, что падение продуктивности томатов при поливе нормой 190 м<sup>3</sup>/га связано со снижением коэффициента хозяйственной эффективности фотосинтеза, поскольку общая органическая масса, накопленная посевами была выше, чем при поливе нормой 160 м<sup>3</sup>/га. Коэффициент же хозяйственной эффективности фотосинтеза снизился с 0,30-0,39 до 0,27-0,39. Таким образом, наряду с фотосинтетической активностью посева, урожайность томатов определяется хозяйственной эффективностью фотосинтеза.

Внедрение разработанной технологии обработки почвы, отличающейся проведением в системе весенней подготовки почвы полосного объемного рыхления в зоне увлажнения, позволило сохранить высокий уровень хозяйственной эффективности фотосинтеза (коэффициент хозяйственной эффективности 0,31-0,41). Это обеспечило формирование наибольшей в опыте урожайности посева, которая в 2008 году составила 69,8 т/га, а в 2006-2007 гг. достигала 108,8-109,5 т/га.

Повышение поливной нормы до 220 м<sup>3</sup>/га и, связанное с этим увеличение размеров зоны увлажнения, сопровождалось снижением коэффициента хозяйственной эффективности фотосинтеза и падением уровня продуктивности томатов как при обработке почвы по базовой технологии, так и при внедрении полосного объемного рыхления почвы.

На рисунке представлены кривые, из которых видно, что наибольший уровень продуктивности томатов при базовой технологии обработки почвы не превышает 75 % урожайности томатов, полученной на участках опытного поля, где проводили полосное объемное рыхление.

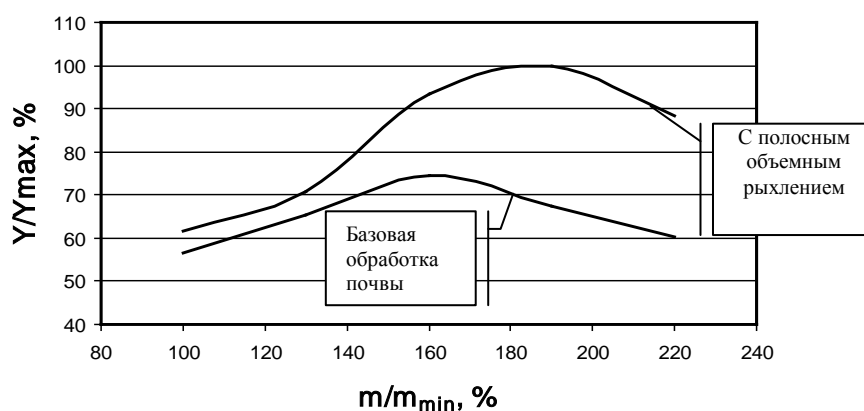


Рисунок – Динамика продуктивности томатов при изменении поливной нормы

Установлено, что увеличение минимальной в опыте поливной нормы, 100 м<sup>3</sup>/га (и связанных с этим размеров зоны увлажнения) на 30 % как при базовой системе обработки почвы, так и при проведении полосного объемного рыхления способствует увеличению урожайности томатов на 14,5-15,3 %. Повышение поливной нормы на 60 % от минимального в опыте уровня способствовало увеличению урожайности томатов на 31,5 % при базовой системе обработки почвы и на 51,2 % – при внедрении полосного объемного рыхления.

При повышении минимальной в опыте поливной нормы 100 м<sup>3</sup>/га на 90 % на фоне общепринятой технологии обработки почвы, урожайность томатов повышалась на 19,1 %, но была ниже на 6,7 т/га (НСР<sub>05</sub> = 4,2 т/га), чем при проведении поливов нормой 160 м<sup>3</sup>/га.

На участках, где была реализована разработанная технология обработки почвы, повышение минимальной в опыте поливной нормы –

100 м<sup>3</sup>/га на 90 % сопровождалось увеличением продуктивности томатов на 62,0 %. Проведение поливов нормой 190 м<sup>3</sup>/га на участках с разработанной технологией обработки почвы обеспечило формирование наибольшей урожайности томатов за все годы исследований.

Сопоставление результатов минимаксной оптимизации продуктивности томатов и данных по хозяйственной эффективности фотосинтеза посевов, а также учет влияния погодных условий позволяет определить оптимальные значения коэффициента хозяйственной эффективности фотосинтеза. Для томатов, возделываемых при капельном орошении, коэффициент хозяйственной эффективности должен быть не менее 0,39-0,41, то есть около 40 % накопленной органической массы должно быть реализовано в урожае.

E-mail: vgsxa @ avtlg. ru

**ДИСТАНЦИОННО-КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
ДЕГРАДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ  
В АГРОЛАНДШАФТАХ ЮГА РОССИИ  
DEGRAGATION PROCESSES IN THE SOUTH  
OF RURRIA AGROLANDSCAPES DISTANTLY  
CARTOGRAPHIC ESTIMATION**

**К.Н. Кулик, академик РАСХН**

**А.С. Рулев, доктор сельскохозяйственных наук**

**В.Г. Юферов, кандидат технических наук**

*ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации  
г. Волгоград*

**K.N. Kulik, A.S. Rulev, V.G. Juferev**

*All-Russian scientific-research institute of agrosilviculture*

В статье изложены материалы, посвященные дистанционно-картографической оценке деградационных процессов в агроландшафтах. Описаны процессы деградации почв, пастбищ и защитных лесных насаждений.

Materials devoted to degradation processes in agrolandscapes distantly cartographic estimation are given in the article. The processes of soils, pastures and protective afforestation degradation are described here.

**Ключевые слова:** агроландшафт, деградация почв, гумус, фототон.

**Key words:** agrolandscape, soils degradation, humus, phototon.

Антропогенное воздействие на окружающую среду, особенно в агроландшафтах, к началу XXI века привело к трансформации их в неустой-

чивые, деградированные экосистемы, поддержание которых в относительном равновесии требует постоянного увеличения затрат, что снижает конкурентоспособность продукции и повышает ее себестоимость. Даже использование современных ресурсосберегающих технологий агропроизводства не гарантирует сохранение плодородия почв и продуктивности пастбищ без использования средств лесной мелиорации.

Наиболее уязвимым элементом агроландшафтов является почва, так как именно она подвержена максимальному воздействию внешних природно-климатических и антропогенных факторов. На Юге Европейской части России из 212 млн га сельскохозяйственных угодий деградацией и опустыниванием затронуто около 126 млн га (54,9 % общей площади) [К. Н. Кулик, 2008].

Для значительных площадей агроландшафтов Юга Европейской части России, подверженных деградации и опустыниванию, необходимо точное научное обоснование землеустройства на основе современных компьютерных картографических продуктов, отражающих как агроэкологическое состояние таких площадей, так и основные факторы, влияющие на их продуктивность. Для выполнения этих работ обычно проводятся трудоемкие и дорогостоящие наземные обследования, которые в силу значительной площади территории не могут с достаточной объективностью и точностью описать и картографировать деградационные процессы. Применение аэрокосмических методов для изучения и картографирования агроландшафтов сокращает затраты на проектно-изыскательские работы, ускоряет темпы их проведения, повышает качество и точность проектной документации, обеспечивает высокую точность определения местоположения объектов, что в совокупности с системами GPS и ГЛОНАСС создает условия для точного, координатного земледелия. Аэрокосмические фотоснимки (АКФ) необходимы, в том числе, для инвентаризации и оперативного картографирования агролесомелиоративных объектов одновременно на больших площадях и в короткое время.

Компьютерное картографирование и моделирование деградации почв – это системный технологический процесс, объединяющий сбор и обработку цифровых данных о территориальных объектах, формирование компьютерной цифровой модели местности, ее дополнение и обновление с использованием банка картографических и аэрокосмических данных и получение по этой модели различных аналитических, графических и картографических материалов для конкретного потребителя. Определение содержания гумуса в почве на основании аэрокосмической

информации осуществляется по значению фототона изображения участков поверхности. Из анализа фототона изображения образцов различных типов почв установлена взаимосвязь между значением фототона оцифрованного изображения и содержанием. Однако для дешифрирования состояния почв необходимо решать задачу по определению содержания в них гумуса по фототону изображения, в связи с чем, используется график, показанный на рисунке 1.

Зависимость содержания гумуса от величины фототона для различных типов почв (табл. 1) при определенных условиях, а именно, почва находится в воздушно-сухом состоянии, углы склона не превышают 3 градусов, размеры почвенных агрегатов не менее 1 мм, может быть описана следующим уравнением:

$$\Gamma = K_{II} e^{-0,0276F},$$

где  $F$  – фототон изображения почвы, определяемый по аэрокосмическому снимку,  $K_{II}$  – коэффициент типа почвы.

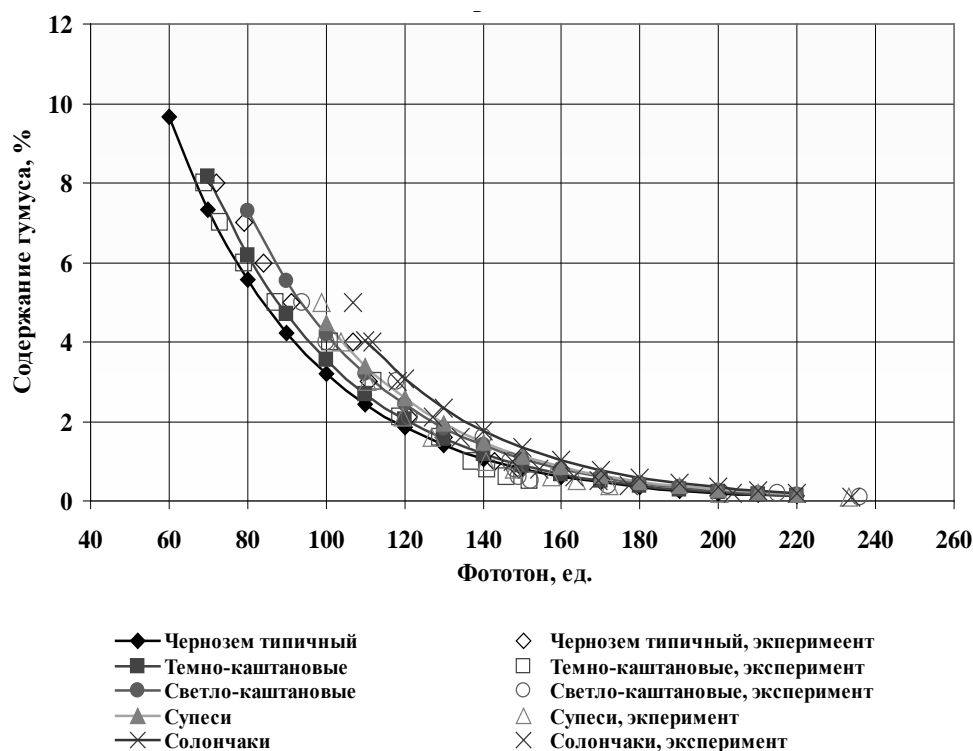


Рисунок 1 – Определение содержания гумуса по величине фототона изображения (экспериментальные данные и теоретические предположения)

Рассматривая совокупность экспериментальных данных по влиянию влажности на фототон изображения для разных типов почв, был сделан вывод о том, что зависимости носят преимущественно линейный характер и отличаются коэффициентом, определяющим угол наклона кривой и постоянной составляющей, определяющей значения фототона для изображений данного типа почв.

Таблица 1 – Значения коэффициентов  $K_{II}$  по типам почв

Почвы	$K_{II}$
Черноземы обыкновенные	65,78
Каштановые суглинистые	57,40
Светло-каштановые супесчаные	45,75
Бурые пустынно-степные	55,06
Бурые лугово-степные	65,78
Серо-бурые пустынные супесчаные	40,30
Серо-бурые пустынные солонцеватые суглинистые	59,95
Сероземы малокарбонатные	49,07
Лугово-сероземные орошаемые	41,53
Солончаки	38,03
Лугово-болотные	59,95
Аллювиально-луговые	69,14
Серо-бурые пустынные супесчаные и пески	42,85

Исследования показали, что зависимость фототона от содержания влаги для различных типов почв можно выразить зависимостью:

$$F = k_w(W - W_0) + F_0,$$

где  $k_w$  – коэффициент, учитывающий тип почвы;  $W$  – влажность почвы;  $F_0$  – значение фототона изображения поверхностного слоя при влажности  $W_0$ , определяемой прочно связанной влагой для данного типа почвы.

Значения коэффициентов для некоторых типов почв приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Коэффициенты линейных уравнений для почв

Тип почвы	$k_w$	$F_0$	$R^2$
Черноземы мощные	-1,207	95	0,993
Черноземы типичные	-1,679	96	0,915
Темно-каштановые	-0,682	126	0,874
Светло-каштановые	-1,495	159	0,944
Солончаки	-4,058	228	0,986
Супесь	-18,25	245	0,994

Исследования влияния рельефа на фототон изображения дали возможность ввести в математическую модель значение крутизны склона в агроландшафте. Установлено, что зависимость фототона от угла наклона ( $\alpha$ ) может быть выражена уравнением:

$$F = -0,698\alpha + F_0.$$

Изучение влияния размера почвенных агрегатов показало, что зависимость фототона изображения ( $F$ ) от размера агрегатов ( $d$ ) может быть выражена экспоненциальным уравнением вида:

$$F = k_d \cdot 10^{-ld} + F_{0d},$$

где  $k_d$  и  $l$  – коэффициенты, определяющие форму кривой,  $F_{0d}$  – коэффициент фототона изображения агрегатов максимального размера.

Так как коэффициент  $l$  определяется типом почвы и корректирует диаметр ее частиц, его можно назвать характерным диаметром. В обобщенном виде величина фототона изображения почв, определяемого по космическим снимкам с учетом влажности почвы, угла уклона склона и агрегатного состояния в почве, можно представить в виде:

$$F = F_0(1 - K_w \Delta W - K_\alpha \alpha - K_d 10^{-ld}).$$

Содержание гумуса определяется по значению  $F_0$ . Исходя из вышеприведенного, интегральная модель оценки содержания гумуса в почве  $\Gamma$ , % по величине фототона изображения может быть представлена в виде

$$\Gamma = K_{\Pi e} - 0,0276 \frac{F}{(1 - k_w \Delta W - K_\alpha \alpha - K_d d)}$$

Реализация разработанной модели дает возможность получать достоверные данные о динамике изменения состояния земель сельскохозяйственного назначения, оценить степень деградации почв, создать математико-картографическую систему мониторинга и прогноза состояния почв.

Для естественных пастбищных угодий основным дешифровочным признаком деградации является снижение проективного покрытия. Отражение проективного травянистого покрытия определяет как величину фототона изображения, так и параметры распределения пикселей. По этим параметрам осуществляется дистанционная оценка состояния пастбищ. При этом они являются комплексным показателем, позво-



ляющим определить как урожайность травостоя, так и уровень деградации пастбищ.

Исследованиями установлено, что зависимость величины фототона изображения от проективного покрытия носит нелинейный характер и имеет верхний и нижний пределы, при этом величину его предлагается определять по номограмме (рис. 2).

Для математической модели, показывающей величину проективного покрытия по измеренному фототону изображения пастбищ, выбрана логистическая зависимость, дающая возможность достоверно (например, коэффициент корреляции для пастбищ на светло-каштановых почвах – 0,957; на песках – 0,921) описывать наблюдаемые изменения в состоянии травостоя.

Оценка деградации проводится по величине проективного покрытия почвы травянистой растительностью, вычисляемого по предлагаемой формуле:

$$S_{nn} = 100 / (1 + \exp(A + BF)),$$

где  $S_{nn}$  – проективное покрытие, %,  $F$  – текущее значение уровня серого цвета по аэрокосмическому фотоснимку,  $A$ ,  $B$  – коэффициенты, учитывающие влияние типа почвы на величину фототона (табл. 3).

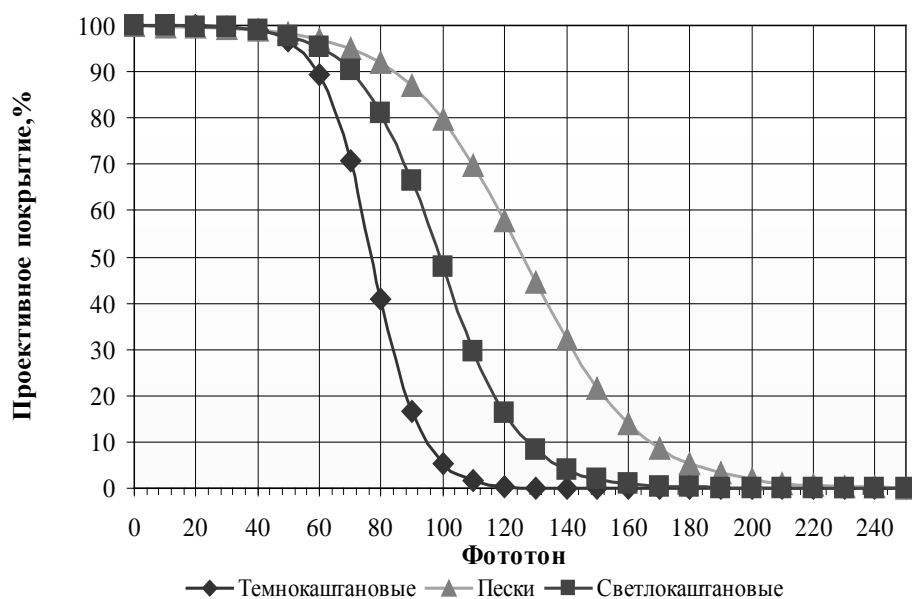


Рисунок 2 – Номограмма расчета проективного покрытия по величине фототона изображения

Таблица 3 – Коэффициенты уравнения зависимости проективного покрытия от фототона изображения для некоторых типов почв степной зоны

Тип почвы	Гранулометрический состав	А	В
Темно-каштановые карбонатные	Глина	-8,34	0,095
Лугово-каштановые солонцеватые	Суглинок	-12,3	0,187
Солонцы лугово-степные	Суглинок	-7,97	0,086
Лугово-черноземные выщелоченные	Тяжелый суглинок	-17,9	0,312
Черноземы типичные	Тяжелый суглинок	-8,17	0,091
Светло-каштановые супесчаные	Супесь	-6,67	0,053
Терско-Кумские пески	Песок	-7,20	0,057
Калмыцкие пески	Песок	-7,61	0,077

Установлена функциональная связь уровня деградации пастбищ и площади проективного покрытия почвы травянистой растительностью, что позволило определить диапазоны величины фототона для каждого уровня деградации пастбищ (табл. 4).

Таблица 4 – Шкала деградации пастбищ по значению фототона

Уровень деградации	Ранг деградации	Оценка, балл	Диапазон фототона	Проективное покрытие, %
Норма (несбитые и слабосбитые)	деградация отсутствует	0	0-30	более 70
	очень слабый	1	31-60	46-70
	слабый	2	61-90	35-45
Риск (среднесбитые)	слабо умеренный	3	91-110	32-34
	среднеумеренный	4	111-120	29-31
	выше среднего	5	121-130	25-28
Кризис (сильносбитые)	менее сильный	6	131-140	22-24
	сильный	7	141-146	18-21
	очень сильный	8	147-150	15-18
Бедствие (очень сильносбитые и скальпированные)	слабобедственный	9	151-170	5-14
	бедственный	10	171-210	0-4
	катастрофический	11	211-255	0

Диапазон фототона, соответствующий различным уровням деградации, зависит от пастбищной растительности, проективного покрытия, а также от типа почвы и содержания в ней гумуса. Продуктивность определяется как проективным покрытием, так и составом растительности, поэтому разработана система уравнений, устанавливающих соотношение между проективным покрытием и продуктивностью для основных ценозов (табл. 5).

Таблица 5 – Зависимость продуктивности ценоза от площади проективного покрытия

Пастбищные ценозы	Уравнения регрессии
Ковыльные	$П = \frac{0,429}{1 + e^{(7,01 - 0,243S_{п})}}$
Белополынные	$П = \frac{0,435}{1 + e^{(5,06 - 0,161S_{п})}}$
Житняковые	$П = \frac{0,174}{1 + e^{(4,45 - 0,0834S_{п})}}$
Однолетниковые, эфемеровые	$П = \frac{0,343}{1 + e^{(4,11 - 0,11S_{п})}}$
Чернополынные	$П = \frac{0,377}{1 + e^{(4,13 - 0,118S_{п})}}$
Солончаковополынные	$П = \frac{0,463}{1 + e^{(3,63 - 0,103S_{п})}}$
Солянковые	$П = \frac{0,651}{1 + e^{(4,34 - 0,0873S_{п})}}$

где П – продуктивность, т/га;  $S_{п}$  – проективное покрытие, %

Оценка уровня деградации пастбищ по проективному покрытию дает возможность картографировать пастбища с выделением зон деградации, осуществлять вычисление площадей таких зон, определять потери продуктивности и планировать необходимые мероприятия по восстановлению травостоя.

Выявление распределения пикселей по гистограммам дает возможность идентифицировать диапазон фототона и соотнести его с определенными объектами, отображаемыми на снимках (рис. 3).

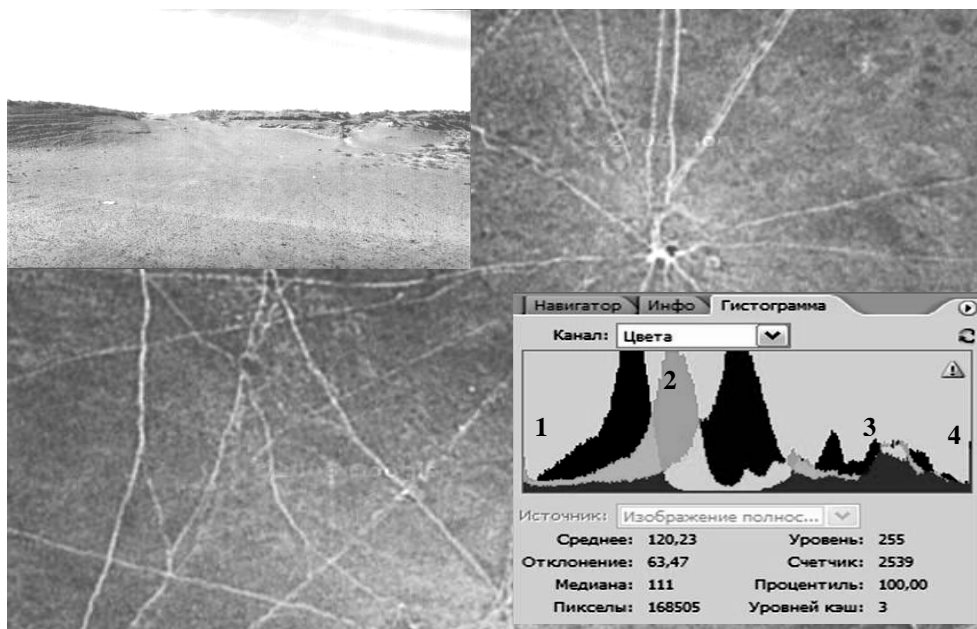


Рисунок 3 – Фотоэталон ключевого участка «Калмыцкие пески»  
(полигон Яшкуль, Р. Калмыкия)

- 1 – диапазон фототона растительности; 2 – диапазон фототона  
песчаного массива; 3 – диапазон фототона неба;  
4 – диапазон фототона облачности

Анализ распределения пикселя по цветам RGB позволяет выявить индивидуальные дешифровочные признаки элементов ландшафта. Картографирование пастбищ позволяет определить уровень деградации и пространственное расположение деградированных угодий.

На рисунке 4 приведен фрагмент космофотокарты деградации пастбищ на ключевом участке «Кордон» в Астраханской области.

Анализ деградации пастбищ на ключевом участке показывает, что площади открытых песков превышают 18,5 % общей площади, и только немного более 31, 1 %, составляют несбитые и слабосбитые пастбища.

Выполненные исследования пастбищ Астраханской области позволили уточнить дешифровочные признаки и установить состояние проективного покрытия деградированных пастбищ, а также диапазоны фототона для преобладающих типов почв на оцениваемых площадях (табл. 6).

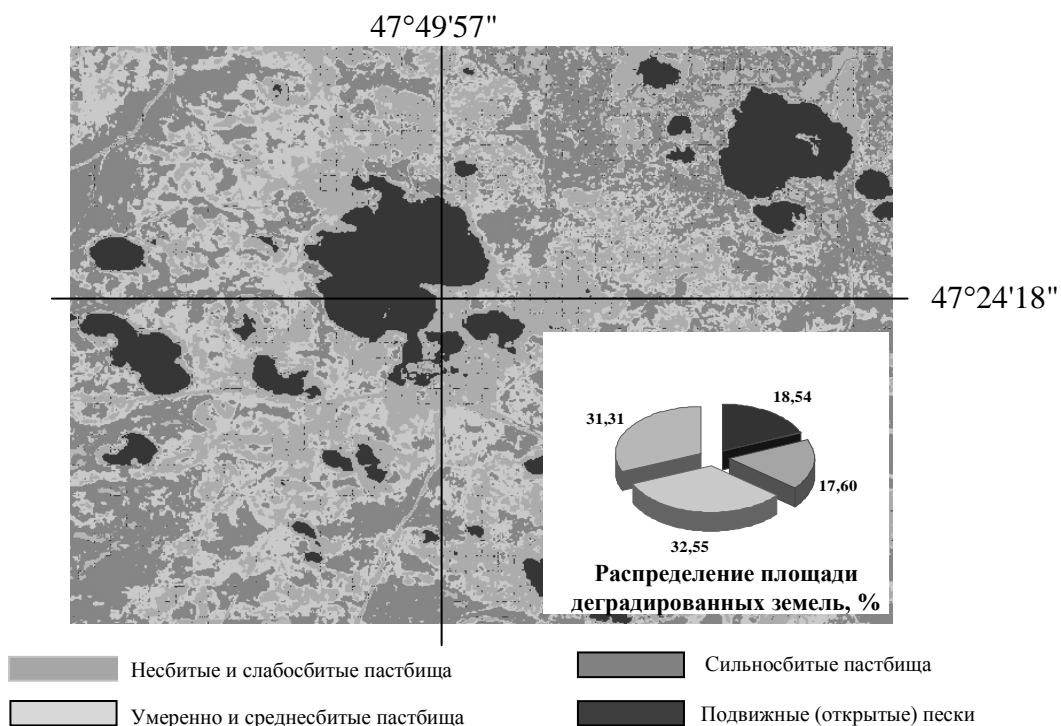


Рисунок 4 – Космофотокарта деградации пастбищ на ключевом участке «Кордон» Астраханской области (М 1:300000)

Таблица 6 – Распределение деградации пастбищ Астраханской области по площади

Состояние пастбищ	Уровень деградации	Диапазон фототона, ед.	Площадь проективного покрытия, %	Площадь, га
Водные поверхности	-	0-39	-	631 896
Несбитые и слабосбитые пастбища	Норма	40-70	45-60	1 131 186
Умеренно и среднесбитые пастбища	Риск	71-110	30-45	1 227 860
Сильносбитые пастбища	Кризис	111-150	15-30	1 020 164
Подвижные (открытые) пески	Бедствие	151-210	<15	393 808
Прочие		209-255	-	5086

Компьютерное картографирование пастбищ на основе аэрокосмической информации позволяет установить, где располагается деградированный участок, какова степень его деградации, каковы географические условия. Также обеспечивает руководителей, проектировщиков и производителей адресной, точечной информацией об этом участке, позволяет обосновать проведение агролесомелиоративных мероприятий на данных землях и обеспечить при этом их высокую эколого-экономическую эффективность.

Наземные исследования таких компонентов ландшафтов, как лесные насаждения требуют больших затрат времени и средств и не могут при этом обеспечить их постоянный мониторинг, в связи с чем актуальным является проведение оценки деградации по данным дистанционного зондирования.

Так как биологические особенности каждой породы обуславливают определенную, типичную для нее форму и морфологическую структуру кроны, то эти параметры могут послужить дешифровочными признаками для установления породы. Дешифровочными признаками защитных насаждений (рисунок 5, ключевой участок «Михайловский», представленный массивными насаждениями сосны на легких супесчаных почвах и песках с координатами 49°47'18" С.Ш., 43°22'51" В.Д.) являются регулярные кулисы (1). Они имеют более темный (темно-зеленый) фототон, чем большинство окружающих их объектов. Обычно вдоль насаждений проходят полевые дороги (2), выделяющиеся на снимках светлым, почти белым фототоном. Кормовые угодья (3) на снимке представлены прямоугольниками серого или серо-зеленого тона.

Для оценки лесонасаждений отбираются космоснимки с покрытием облачностью не более 5 %, масштаба 1:50 000 с разрешением 6 м (спутник IRS-5) или снимки масштаба 1:12 500 с разрешением 2,44 м (спутник Quick Bird). При визуальном анализе изображения выделяется и обозначается контуром территория, занимаемая насаждением (4), пологи кулис (5) и полог калибровочной кулисы (6). Прямоугольное выделение полога отдельной кулисы или рядов с сомкнувшейся кроной по максимальной ширине кроны ( $c_{max}$ ) позволяет определить количество пикселей ( $n_{nn}$ ) и средний фототон ( $F_{nn}$ ) для полога ряда (рядов) деревьев. Фотоэталон уровня деградации «Норма» ( $F_9$ ) устанавливается по специально выбираемому участку полога с наибольшей равномерностью значений тона. При этом за эталонное значение принимается диапазон от минимального до максимального значения фототона на этом участке. Степень деградации можно определить по относительной плотности

полога древостоя  $\chi_{ПН}$ , выраженную отношением площади полога ( $S_{пн}$ ) к площади всего насаждения ( $S_n$ )

$$\chi_{ПН} = S_{пн} / S_n.$$



Рисунок 5 – Космофотоснимок лесонасаждения на ключевом участке «Михайловский»

Пиксельный анализ изображения позволяет выразить площади через произведение площади единичного пикселя  $S_i$  на количество пикселей, приходящихся на выбранную площадь

$$\chi_{ПН} = n_{пн} S_i / n_n S_i = n_{пн} / n_n,$$

где  $n_{пн}$  – количество пикселей, приходящихся на площадь исследуемого полога,  $n_n$  – количество пикселей, приходящихся на площадь всего насаждения.

Количество пикселей, приходящихся на площадь полога ( $n_{пн}$ ) может быть определено по гистограмме полного изображения насаждения путем суммирования всех пикселей, совпадающих по фототону с диапазоном шкалы фототона, отнесенного к пологу. Для установления диапазона фототона, который соответствует изображению полога, на

эталонном изображении выделяется сомкнутый полог одного эталонного ряда или нескольких рядов (табл. 7).

Пиксельный анализ изображения отдельного ряда при отсутствии влияния открытого пространства междурядий позволяет определить его состояние не только по площади полога, но и по изменению фототона.

Критерием деградации древостоя можно считать отношение количества пикселей, входящих в заданный диапазон фототона, соответствующий уровню деградации «Норма» ( $n_{NЭ}$ ) к общему количеству пикселей прямоугольного выделения эталонного полога насаждения, заведомо находящегося в состоянии «Норма» ( $n_{ПНЭ}$ )

$$\chi_N = n_{NЭ} / n_{ПНЭ}.$$

Таблица 7 – Диапазон фототона для дешифрирования изображения лесонасаждения

Диапазон фототона	Количество пикселей, %	Объект дешифрирования
0-77	0	Тени от древостоя
78-105	6,0	Полог древостоя
106-140	41,2	Полог деградированный
141-150	4,1	Травостой
150-210	38,9	Дороги, выход породы
210-255	9,8	Деградированные земли

Все остальные участки рассматриваются относительно критерия  $\chi_N$ , найденного для выбранного насаждения, а критерий деградации насаждения рассчитывается по формуле:

$$\chi = \chi_{ПН} / \chi_N.$$

Значения  $\chi$  для уровней деградации «Норма», «Риск», «Кризис» и «Бедствие» равны 0,81-1,00; 0,71-0,80; 0,51-0,70; 0,5 и менее соответственно.

Критерий относительной площади устанавливает соотношение площади горизонтальной проекции полога древостоя, находящегося в состоянии «Норма» ко всей проектной площади исследуемого насаждения полога. Это позволяет учитывать потери площади полога, выявить и оценить его сохранность. Фотоэталонирование крон отдельных деревьев или однорядных насаждений производится по космофотоснимкам разрешением до 2,5 м или космофотокартам масштабом до 1:12 500. Для автоматизированного, компьютерного расчета уровня деградации



насаждений «Норма», «Риск», «Кризис», «Бедствие» применяется разработанный критерий относительной площади полога. Визуальное дешифрирование по фотоэталонам производится методом выбора из таблиц изображения наиболее подобного исследуемому объекту, для чего применяются разработанные фотоэталоны (рис. 6).

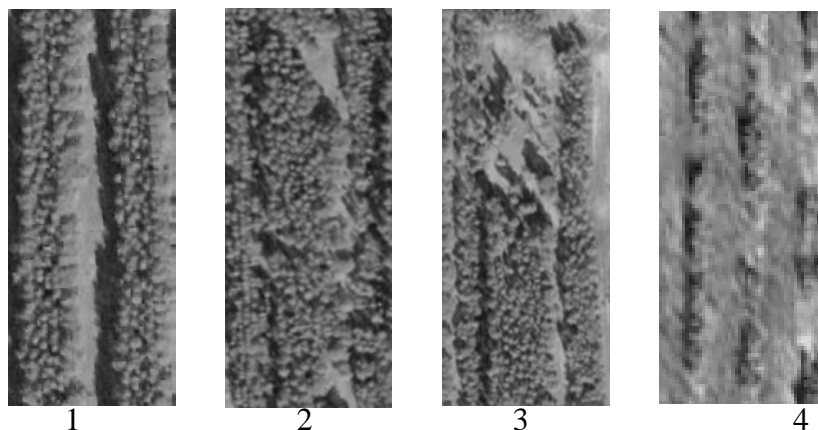


Рисунок 6 – Эталоны сохранности насаждений (сосна 20-25 лет)  
1 – норма; 2 – риск; 3 – кризис; 4 – бедствие

Проведение статистического анализа распределения пикселей дает возможность установить коэффициенты корреляции между значениями фототона и количеством пикселей. Исходя из полученных данных, проводится определение среднего фототона всей области ( $F_{cp}$ ), вычисление общего количества пикселей в выделенной области ( $n_n$ ) и вычислении количества пикселей, приходящихся на каждый тон в выделенной области ( $n_i$ ).

Обобщенная система компьютерного моделирования и, в частности, картографирования деградации лесных насаждений на основании периодического аэрокосмического мониторинга с использованием принципа пространственно-временного подобия, дает возможность не только оценить сохранность и текущее состояние, но и на основании регрессионного анализа многолетнего тренда прогнозировать динамику их деградации.

Применение разработанных критериев сохранности насаждений обеспечивает переход от экспертного дешифрирования сохранности ЗЛН к компьютерному дешифрированию, с одновременным картографированием и моделированием состояния ЗЛН как в пространственном, так и во временном аспекте.

**E-mail:** vnialmi@avtlg.ru

## ЛОГИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АГРОЛАНДШАФТНЫХ КАТЕН

### AGROLANDSCAPE CATENAS LOGISTIC ANALISYS

**А.С. Рулев**, доктор сельскохозяйственных наук

*ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации  
г. Волгоград*

**О. В. Рулева**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

*Российский Государственный торгово-экономический университет  
г. Волгоград*

**A.S. Rulev**

*All-Russian scientific-research institution of agrosilviculture*

**O.V. Ruleva**

*Russian State commercial and economical university*

Представлены материалы по описанию агроландшафтных катен разного пространственного уровня с помощью уравнения логистической функции. Исследования проведены на склоновых катенах и на микрокатенах межполосных агроэкосистем орошаемых агролесоландшафтов Заволжья.

Materials on agrolandscape catenas of different spatial level with the help of logistic function equation are presented in the article. The researches are carried out on hillside catenas and on microcatenas of interstrip agroecosystems in Zavolzhje area irrigated agricultural afforestation landscapes.

**Ключевые слова:** агроландшафт, катена, эрозионный процесс, логистический анализ.

**Key words:** agrolandscape, catena, erosion process, logistic analisys.

Впервые концепция катены была предложена в почвоведении [1]. Под катенарным комплексом понимается последовательность почвенных разновидностей, сформировавшихся, как правило, на одних и тех же материнских породах, но при различных высотных уровнях, уклонов рельефа и неодинаковых характеристиках стока воды. Склоновая дифференциация поверхностного стока представляет одну из важнейших причин закономерного изменения морфологического строения почвенных профилей на топокатене. Постепенно понятие катена стало более объемным: к почвенно-гидрологическому наполнению термина прибавилось почвенно-картографическое, почвенно-геоморфологическое, ландшафтное. Объекты исследования, в которых выступают не отдельные почвы, а сочетания их разновидностей, приурочены к разным формам, типам материнских пород или растительности, т.е. хроноряды педокатен, педолитокомбинаций и педофитокомбинаций [2].

Усилиями ландшафтных экологов склоновая динамика почв стала рассматриваться во взаимосвязи с динамикой биоты [3]. Для моделирования динамики процессов наиболее адекватна логистическая функция, т.к. форма склоновой катены аппроксимируется с высокой точностью (не менее 5 %) [4]. Сравнительно недавно в экологии уравнение логистической функции (лог-функция, ЛФ) рассматривалась в качестве основного закона динамики биологических популяций [5]. В настоящий момент ЛФ широко применяется в биоэкологических исследованиях как одна из моделей описания популяционной динамики, средствами которой удобно получать феноменологическое описание кривых роста популяций, существующих в относительно постоянных внешних условиях. В ландшафтной экологии [6, 7] используется логистическая кривая для определения мощности показателей допустимых, предельно допустимых, критических и катастрофических нарушений (норма, риск, кризис, бедствие) антропогенной нагрузки на экосистемы. В агролесомелиоративных исследованиях ЛФ впервые использовал Е.А. Гаршинев [8] при формализации функции формы склонов.

Логистическая функция была выбрана не случайно для аналитического описания столь различных процессов, происходящих на склоновых агроландшафтных катенах. Во-первых, она удовлетворяет априорным представлениям о процессах, происходящих в катенарном комплексе, на разных пространственных уровнях топо-, мезо-, макро- и гигакатенах во временном аспекте. Во-вторых, с помощью ЛФ сравнительно легко вычисляются первая и последующие производные, которые используются для описания дальнейшего состояния и динамики объектов. Кроме того, ЛФ дает удовлетворительное приближение при относительно малом числе подбираемых параметров или адекватно аппроксимирует процессы и явления.

### **Методика**

На основе катенарного подхода была разработана новая классификация агроландшафтных единиц, которая синтезировала позиционно-динамический подход к выделению ландшафтных территориальных структур [9] и классификации земель по А.С. Козменко [10, 11].

Критерии выделения ландшафтных полос представлены в таблице 1.

В границах ландшафтных полос выделены фациальные комплексы по экспозиции и литологии почвогрунтов.

Таблица 1 – Критерии выделения ландшафтных полос

Агроландшафтные полосы	Длина склонов, м <sup>х)</sup>	Крутизна склонов, градусы	Степень эродированности почв
Водораздельная	200...300	0...0,5	практически отсутствует
Приводораздельная	300...600	0,5...3	слабая
Присетевая	600...800	3...7(8... 10)	средняя, сильная, очень сильная
Гидрографическая суходольная	800...900	10... 20(35)	слабая, средняя, силь- ная, очень сильная
Гидрографическая речная	900...1500	0...1,5	практически отсутствует

х) – ориентировочно длина от водораздельной линии

Предлагаемые критерии на основе сопряженного анализа картографо-аэрокосмической информации позволяют определить местоположение и степень эродированности земель.

Большинство критериев ухудшения свойств почв надежно опознаются по аэрофотоснимкам (АФС) по рисунку и тону фотоизображения и приуроченности их к формам рельефа.

Логистическая функция использована в математико-картографическом моделировании оценки степени смытости почв по данным дешифрирования АКФ. С помощью ЛФ были проанализированы многолетние данные Г.П. Сурмача [12] по зависимости урожайности сельскохозяйственных культур со степенью смытости почв:

$$\text{- в натуральных величинах - } Y_{\phi} = \frac{Y_{\max} - Y_{\min}}{1 + e^{a+bx}} + Y_{\min};$$

$$\text{- в относительных (нормированных) - } Y_{\Delta} = \frac{Y_{\phi} - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}} = \frac{1}{1 + e^{-a+bx}},$$

где  $Y_{\phi}$ ,  $Y_{\Delta}$ ,  $Y_{\max}$ ,  $Y_{\min}$  – соответственно фактическая и нормированная, максимальная и минимальная урожайность сельскохозяйственных культур;  $x$  – степень смытости 0,0001...1,0 почв;  $e$  – основание натуральных логарифмов;  $a$  и  $b$  – параметры, определяющие наклон, изгиб и точку перегиба кривой.

Компьютерная обработка показала весьма высокую точность приближения расчетных данных к фактическим с относительной ошибкой в несколько процентов. Кроме того, лог-функция была применена для аппроксимации роста сельскохозяйственных культур в системе лес-

ных полос в орошаемых агроландшафтах Волгоградского и Астраханского Заволжья.

Межполосные агроэкосистемы представляют собой микрокаты, фациальная структура которых определяется двух-, трехчленным комплексом почвенно-растительного покрова [13].

Для получения аналитического описания влияния лесных полос на развитие сельскохозяйственных растений использовалась компьютерная программа корреляционно-регрессионного анализа. Биометрические показатели нормировали, приводили и выражали в относительных единицах, где продолжительность вегетации  $t = 1$  и максимальная высота растения  $H_{max} = 1$ .

### Результаты и обсуждение

Дешифрирование аэрофотоснимков позволяет ранжировать степень смытости почв, которая напрямую коррелирует со снижением биопродуктивности земель на склоновых агроландшафтных катенах. Эти интегральные показатели позволяют оценивать уровень деградации агроландшафтов.

При этом достоверно можно выделить три уровня экологической деградации агроландшафтов, которые отделяют зоны экологического бедствия от менее глубоких и обширных нарушений зон риска и кризиса.

Связь  $y(x)$  урожайности со смытостью почв описывается логистической функцией (в нормированных величинах) с параметрами  $a = 3,47849$ ;  $b = 5,9481296$ ;  $x = 0,00001 \dots 1,0$  для почв легкого, среднего и тяжелого гранулометрического состава. Формальное разбиение этой зависимости производилось путем анализа производных логистической функции. Логистическая кривая имеет точку перегиба, соответствующую максимуму первой производной, в момент перехода возрастающей скорости процесса в убывающую. Первая производная характеризует скорость процесса убывания урожайности. Вторая производная от функции характеризует ускорение процесса (изменение скорости убывания урожайности). В точке перегиба функции  $y(x)$  вторая производная равна нулю. Она достигает максимума и минимума в точках перегиба функции  $y'(x)$ . Для вычисления значений экстремумов находят третью производную, которая в экстремальных точках обращается в нуль.

Анализ логистической функции связи урожайности со смытостью почв позволил выявить, что минимум первой производной  $dy/dx$  соответствует координате  $y(x_c)$  – центру зоны кризиса, или зоны критических нарушений, максимум второй производной  $d^2y/dx^2$  соответствует

координате  $y(x_r)$  – центру зоны бедствия, а минимум – последней координате  $y(x_d)$  – зоне риска.

На основании уравнения ЛФ была описана связь урожайности сельскохозяйственных культур с такими почвенными индикаторами, как мощность горизонтов А+В<sub>1</sub> и запасы гумуса [14]. Количественные значения границ зон нормы, риска, кризиса и бедствия приведены в таблице 2.

Для описания роста кукурузы за период вегетации формула имела вид:

$$H_p = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{1 + e^{a-bt}} + H_{\min},$$

где  $H_{\min}$  – высота растения в начале вегетации, см (при  $t = 0$ ,  $H_{\min} = 0$ );  $H_{\max}$  – максимальная высота растения, см;  $t$  – число дней вегетации;  $e$  – основание натуральных логарифмов;  $a$  и  $b$  – константы, определяющие наклон, изгиб и точку перегиба кривой.

Таблица 2 – Изменение ЛФ урожайности в зависимости от уровня эрозионной деградации чернозема южного среднего и тяжелого гранулометрического состава

Зоны экономических нарушений	Калачевская возвышенность		Медведицкие яры		Урожайность, ц/га
	мощность горизонта А+В, см	запас гумуса, т/га	мощность горизонта А+В, см	запас гумуса, т/га	
Норма	43,0-34,5	290,0-232,5	39,0-31,5	230,0-184,1	20,0-18,0
Риск	34,5-24,5	232,5-161,5	31,5-21,5	184,5-128,0	18,0-14,5
Кризис	24,5-12,5	161,5-79,5	21,5-16,5	128,5-62,5	14,5-6,5
Бедствие	<12,5	<79,5	<16,5	<62,5	<6,5

В относительных единицах период вегетации принимали равным единице, дни выражали в ее долях.

$$H_{\Delta} = \frac{H_p - H_{\min}}{H_{\max} - H_{\min}} = \frac{1}{1 + ce^{-b\tau}},$$

при  $H_{\min} = 0$

$$H_{\Delta} = \frac{H_p}{H_{\max}} = \frac{1}{1 + ce^{-b\tau}},$$

где  $c = e^a$ .

Скорость роста (приращение по высоте кукурузы в зависимости от расстояния до ЛП) определяли как первую производную логистической функции.

Лесные полосы положительно влияют на развитие всех гибридов кукурузы: ВИР – 156ТВ, Днепровского 98МВ, Югославского ВС-183, американского «Элора». Описав их функционально, выяснили также, что рост всех сортов первой группы спелости (позднеспелых) и второй (среднеспелых) на разном расстоянии от лесных полос подчиняется одной закономерности – логистической.

Таким образом, на основании уравнения логистической функции были аналитически описаны такие интегральные показатели как смытость почв и биопродуктивность в агроландшафтных катенах различного пространственного уровня.

#### Библиографический список

1. Грегори, К. География и географы [Текст] / К. Грегори. – М.: Прогресс, 1988. – 384 с.
2. Лисецкий, Ф.Н. Пространственно-временная организация агроландшафтов [Текст] / Ф.Н. Лисецкий. – Белгород, 2000. – 302 с.
3. Мордкович, В.Г. Степные катены [Текст] / В.Г. Мордкович, Н.Г. Шатокина, А.А. Титлянова. – Новосибирск: Наука, 1985. – 117 с.
4. Гаршинев, Е.А. Применение логистической функции как универсальной зависимости для описания продольного профиля склонов разной формы [Текст] / Е.А. Гаршинев // Бюлл. ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1987. – Вып. 3(52). – С. 51-54.
5. Федоров, В.Д. Экология [Текст] / В.Д. Федоров, Т.Г. Гильманов. – М.: Изв. Москов. ун-та, 1980. – С.189-190.
6. Виноградов, Б.В. Логистический подход к нормированию показателей экологического состояния [Текст] / Б. В. Виноградов, В. В. Шакин // Оценка качества окружающей среды и экологическое картографирование. – М.: 1995. – С. 73-74.
7. Рулев, А.С. Теоретические основы и методология агролесомелиорации деградированных ландшафтов [Текст]: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук / Рулев Александр Сергеевич. – Волгоград, 2002. – 48 с.
8. Гаршинев, Е.А. Эрозионно-гидрологический провес и лесомелиорация [Текст] / Е.А. Гаршинев. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1999. – 196 с.
9. Типы ландшафтных территориальных структур [Текст] / Г.И. Швец [и др.] // Физическая география и геоморфология. – Киев: Изд-во Киевского гос. ун-та, 1986. – Вып. 33. – С. 109-115.
10. Козменко, А.С. Основы противозерозионной мелиорации [Текст] / А.С. Козменко. – М.: Сельхозгиз, 1954. – 421 с.
11. Козменко, А.С. Борьба с эрозией почв на сельскохозяйственных угодьях [Текст] / А.С. Козменко. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 208 с.
12. Сурмач, Г.П. Работы Новосильской агролесомелиоративной опытной станции им. А.С. Козменко по противозерозионной мелиорации [Текст] / Г.П. Сурмач, Е.А. Гаршинев, В.А. Сухов // Сб. раб. Новосильской зональной агролесомелиоративной опытной станции. – Орел, 1972. – Вып. 11. – С. 11-12.
13. Николаев, В.А. Ландшафтный экотон в Прикаспийской полупустыне [Текст] / В.А. Николаев, И.В. Копыл, Г. В. Линдеман // Вестн. Моск. ун-та, сер. 5. Геогр. – 1987. – № 2. – С. 34-39.
14. Почвы Волгоградской области. – Волгоград, 1970. – С. 22-25.

**E-mail:** vnialmi@avtlg.ru

УДК 631.67

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕЛИОРАТИВНЫХ  
МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ  
POWER ESTIMATION OF MELIORATIVE ACTIONS FOR  
INCREASE OF FERTILITY OF SOILS**

**Л.В. Кирейчева**, доктор технических наук, профессор

**И.В. Белова**, кандидат технических наук

**С.В. Перегудов**, кандидат сельскохозяйственных наук

**В.М. Яшин**, кандидат технических наук

*ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации  
им. А.Н. Костякова (ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии)*

**L.V. Kirejtcheva, I.V. Belova, S.V. Peregudov, V.M. Yashin**

*State Scientific Institution All-Russian scientific-research institute of hydraulic engineering  
and land-reclamation after A.N. Kostyakov*

В статье рассматриваются результаты теоретических и полевых исследований эффективности применения органических и органо-минеральных удобрений, а также орошения по повышению плодородия длительно используемых почв выработанных торфяников Мещерской низменности.

In article results of theoretical and field researches of efficiency of application of organic and organo-mineral fertilizers are considered, and also an irrigation on fertility increase is long used soils of the developed peatbogs of Meshchersky lowland.

**Ключевые слова:** почва, плодородие, деградация, гумус, торфяники, удобрительно-мелиорирующая смесь, энергетическая оценка.

**Key words:** Soil, fertility, degradation, the peatbogs, an udobritelno-reclaiming mix, a power estimation.

Среди огромного почвенного разнообразия особое место занимают торфяные почвы и почвы выработанных торфяников, выполняющие особую экологическую, ландшафтно-гидрологическую и геохимическую функции земли. В процессе длительного использования часть из них утратили свои природные свойства за счет интенсивной минерализации органического вещества и потеряли экологическую устойчивость. Обоснование и разработка мероприятий по предотвращению процессов деградации и повышению почвенного плодородия являются важными и актуальными задачами. Для обеспечения расширенного воспроизводства почвенного плодородия требуется система мероприятий по стимулированию процессов гумусообразования и регулированию водного и питательного режимов почв. Это достигается применением различных агротехнических приёмов и мелиоративных мероприятий, в том числе внесением в почву органических и минеральных удобрений и микроб-



ных препаратов для ускорения переработки органики и стимулирования процессов гумусообразования.

На выработанных торфяниках (мелиоративная система «Тинки-2», опытного хозяйства «Полково» Рязанского района Рязанской области) в 2005 году (совместно с О.Б. Хохловой и К.Н. Евсениным) заложен деляночный опыт по повышению плодородия длительно используемых почв выработанных торфяников путём внесения различных компонентов, стимулирующих повышение текущего продукционного потенциала почв, а также их потенциального плодородия. Исходно высокое содержание в почве песка активизировало процессы минерализации органического вещества и снижение энергетического потенциала почвы.

Экспериментальный участок расположен на осушительной системе «Тинки-2», построенной в 1961-62 гг. на территории бывших торфоразработок. Осушительная система представлена магистральным каналом и сетью открытых каналов, обеспечивающих поддержание на участке уровня грунтовых вод в среднем за вегетацию на глубине 90-110 см. Почвенный покров на участке, исходно представленный торфяными почвами на аллювиальных песках, в результате мелиоративного строительства и длительного сельскохозяйственного использования трансформировался в средне-мощный агрозём. Мощность гумусового горизонта составляет 15-25 см. Открытая сеть дренажных каналов изменила водный режим почвенного покрова, выражающийся наличием водного стресса в жаркие засушливые периоды, что определило необходимость орошения.

Опыт проводится в 3-х кратной повторности на делянках размером 7,5 м x 15,0 м (площадь 127,5 м<sup>2</sup>). Варианты опыта:

- внесение удобрительно-мелиорирующей смеси (УМС) на основе торфа, пресноводного карбонатного сапропеля и почвенных микроорганизмов Нива- 1М;
- внесение вермикомпоста («Биогумуса») с последующими жидкими подкормками; - контроль с орошением; - контроль без орошения.

Норма внесения рассчитывалась по 1 кг сухого вещества на квадратный метр. Внесение производилось в вегетационный сезон 2005 г. путём равномерной рассыпки на поверхности почвы после её дискования и последующего запахивания. Во всех вариантах применялся региональный агротехнический фон минеральных удобрений, который в соответствии с рекомендациями ВНИИМЗ составляет для азота – 90 кг д.в./га, фосфора – 60 кг д.в./га и калия – 90 кг д.в./га [4].

Удобрительно-мелиорирующая смесь (Патент РФ № 2286321, 2006 г. Кирейчева Л.В., Хохлова О.Б.) является органоминеральным удобрением

длительного действия. Основным компонентом УМС является карбонатный сапропель, который при внесении в почву повышает в ней содержание стабильного органического вещества, отличающегося длительным периодом минерализации, и обогащает почву коллоидными частицами, увеличивая тем самым ее влагоемкость. Карбонатный сапропель содержит до 40 % органического вещества, 15-52 % СаО, 0,5-2,2 % общего азота, 0,3-0,6 % подвижного фосфора и обладает высокой емкостью катионного обмена (100-200 мг-экв/100 г) и суммой поглощенных оснований не менее 99 % [6]. Для обогащения УМС органическим веществом использовался торф местного месторождения. Торф совместно с сапропелем обладает кумулятивным эффектом и повышает буферность почвы. Для повышения содержания питательных элементов применялась нитрофоска в нормах по действующему веществу: азота – 70 кг/га, фосфора – 30 кг/га и калия – 35 кг/га. С целью активизации процессов гумусообразования в почве в состав УМС добавлялись микробные препараты – ЭМ –культура «Нива - 1М». ЭМ-культура в составе УМС выполняет следующие функции: разложение органического вещества; синтез меланопротеинов; усиление пула почвенных микроорганизмов и подавление развития патогенных микроорганизмов.

Вермикомпост с фирменным названием «Биогумус» производится корпорацией «ГринПикъ» в г. Ковров Владимирской области. Вермикомпост «Биогумус» содержит большое количество (до 32 % на сухой вес) гуминовых веществ (гуминовые кислоты, фульвокислоты и гумины), питательных элементов и микрокомпонентов, все питательные вещества находятся в сбалансированном сочетании и в виде доступных для растений соединений. Он содержит также полезные для почвы и растений сообщества микроорганизмов, которые заселяют почву, выделяют фитогормоны, антибиотики, фунгицидные и бактерицидные соединения, что приводит к вытеснению патогенной микрофлоры ([www.green-pik.ru](http://www.green-pik.ru)). В качестве жидкой подкормки использовался препарат «Гумистар» (производитель «ГринПикъ»), представляющий водную вытяжку из вермикомпоста «Биогумус» и содержащий набор основных компонентов вермикомпоста. Подкормка в июне 2006 и 2007 гг. осуществлялась путем разбавления препарата в рекомендуемых производителем дозах в поливной воде и полива нормой 1 л/м<sup>2</sup> рабочего раствора.

Методика исследований включает изучение почвенных агрофизических и агрохимических характеристик, фенологические наблюдения, наблюдения за погодными условиями (с использованием автоматической метеостанции), снегомерную съёмку, определение химического состава компонентов гидросферы и глубины грунтовых вод. Определение влажности

почвы выполняли термостатно-весовым методом и с помощью электрометрического влагомера после предварительной тарировки. Определялись биометрические показатели тимopheечно-кострецовой смеси и качество многолетних трав, их урожайность, а также распределение корневой системы растений по глубине почвенного профиля.

Для регулирования водного режима участок оборудован дождевальной установкой КИ-5, конструкции ВНПО «Радуга». Поливы назначались при снижении влажности ниже 75-80 % от НВ.

В 2005 году на делянках возделывалась вико-овсяная смесь, а в 2006 году была посеяна смесь злаковых многолетних трав – тимopheевки и костреца.

Проведены четырехлетние комплексные исследования динамики факторов почвенного плодородия, урожайности многолетних трав, качества кормов и энергетических показателей.

В зависимости от влагообеспеченности вегетационного периода проводились вегетационные поливы: в 2006 году – 3 полива общей нормой 40 мм; в 2007 году – 8 поливов общей нормой 130 мм и в 2008 году – 1 полив нормой 25 мм. В течение вегетационных периодов глубина грунтовых вод на участке изменялась в пределах 0,6-1,9 м, увеличиваясь от весны к концу лета.

Ежегодно проводилось по два полноценных укоса многолетних трав. Данные по укосам, годовые и средние значения урожайности за трехлетний период приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика урожайности сена тимopheечно-кострецовой смеси на участке «Гинки-2», т/га

Варианты опыта	2006 год (2-ой год после внесения)			2007 год (3-ий год после внесения)			2008 год (4-ый год после внесения)			За три года	
	Укос		Всего	Укос		Всего	Укос		Всего	Всего	Средняя
	1	2		1	2		1	2			
Удобрительно-мелиорирующая смесь	5,85	5,08	10,93	5,08	4,08	9,16	5,42	4,41	9,83	29,92	9,97
Верми-компост	5,98	5,36	11,34	5,50	4,35	9,85	5,86	4,72	10,58	31,77	10,6
Контроль с орошением	3,58	3,14	6,72	3,16	2,14	5,3	3,23	2,21	5,44	17,46	5,8
Контроль без орошения	-	-	-	2,27	1,03	3,33	2,12	1,09	3,21	6,54	3,3

Благоприятное воздействие внесенных удобрений на развитие растений отчетливо подтверждается наблюдениями за развитием их надземной и корневой частей. В вариантах с внесением УМС и вермикомпоста биометрические характеристики надземных частей злаков (данные за 2007 год, табл. 2) практически одинаковы. В варианте контроля без орошения из-за засушливости летнего периода 2007 года происходит угнетение растений, вследствие чего на 25-28 % уменьшается густота растений и в 2-3 раза – их высота. Повышение комфортности условий развития биопродукционных процессов за счет внесения удобрений длительного действия стимулировало также и развитие корневой системы злаков.

Таблица 2 – Биометрические характеристики растений, 2007 г.

Варианты опыта	1 укос		2 укос	
	Густота, шт./м <sup>2</sup>	Высота, м	Густота, шт./м <sup>2</sup>	Высота, м
Удобрительно-мелиорирующая смесь	2150	100-110	2130	50-95
Вермикомпост	2200	100-120	2190	60-110
Контроль с орошением	1840	75-80	1820	30-90
Контроль без орошения	1580	52-55	1590	15-50

Наиболее мощная корневая система сформировалась в вариантах внесения УМС и вермикомпоста (табл. 3) и составила соответственно 14,28 и 14,39 т/га. В контрольных вариантах масса корневой системы примерно в три раза меньше, а в варианте без орошения корни проникают на большую глубину, что объясняется почвенной засухой.

Таблица 3 – Распределение массы корней тимофеечно-кострецовой смеси по глубине почвенного профиля

Варианты	Горизонт, см	Масса корней, т/га	Процентное соотношение
1	2	3	4
Удобрительно-мелиорирующая смесь	0-10	9,58	67,1
	10-20	2,65	18,6
	20-30	1,18	8,3
	30-40	0,87	6,1
	0-40	14,28	100

Окончание таблицы 3

1	2	3	4
Вермикомпост	0-10	9,83	68,3
	10-20	2,75	19,1
	20-30	1,41	9,8
	30-40	0,40	2,8
	0-40	14,39	100
Контроль с орошением	0-10	2,86	56,8
	10-20	1,11	22
	20-30	0,57	11,3
	30-40	0,49	9,6
	0-40	5,03	100
Контроль без орошения	0-10	1,77	36,7
	10-20	1,21	25,2
	20-30	1,46	30,3
	30-40	0,37	7,7
	0- 40	4,81	100

Исследования качества травосмеси по стандартным (государственным) методикам выполнялось по урожаю сена второго укоса 2007 года. Полученные результаты анализов химического состава и питательной ценности сена по вариантам опыта, а также оценка по классам для кормов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты химических анализов  
сена и его оценка по классам качества

Наименование показателя	Фактическое значение, %	Норматив, %	Класс
1	2	3	4
Удобрительно-мелиорирующая смесь			
Влажность	11,1	17	1
Сырой протеин	12,75	>12	1
Сырая клетчатка	23,3	<30	1
Сырая зола	6,9	<10	1
Каротин, мг/кг	17,0	15-20	2
Питательная ценность			
Обменная энергия, МДж	8,83	8,5-8,9	2
Кормовые единицы	0,68	>0,64	1

Окончание таблицы 4

1	2	3	4
Вермикомпост «Биогумус»			
Влажность	11,6	17	1
Сырой протеин	11,52	10-12	2
Сырая клетчатка	24,1	<30	1
Сырая зола	7,4	<10	1
Каротин, мг/кг	21	>20	1
Питательная ценность			
Обменная энергия, МДж	8,64	8,5-8,9	2
Кормовые единицы	0,65	>0,64	1
Контроль с орошением			
Влажность	9,9	17	1
Сырой протеин	11,3	10-12	2
Сырая клетчатка	24	<30	1
Сырая зола	5,3	<10	1
Каротин, мг/кг	34	>20	1
Питательная ценность			
Обменная энергия, МДж	8,88	8,5-8,9	2
Кормовые единицы	0,67	>0,64	1

По всем показателям и вариантам сено относится к первому классу или близко от него. Показатели качества полученной продукции значительно превышают типовые региональные значения по всем тестируемым показателям [5]. Полученные величина урожайности и характеристики качества кормов показывают высокую продуктивность злаковой травосмеси и тем самым эффективность применяемых удобрений. Выход кормовых единиц и обменной энергии с гектара по 2007 году составил соответственно: для УМС – 6,23 т/га и 80,9 ГДж/га; для вермикомпоста – 5,53 т/га и 85,1 ГДж/га; на контроле – 3,55 т/га и 47,1 ГДж/га.

Для оценки энергетической эффективности мелиоративных мероприятий на участке Тинки-2 в соответствии с разработанной методикой [3] выполнены расчеты энергетических показателей за три года (2006-2008 гг.). Эффективность мелиоративных мероприятий оценивается по величине турбулентной энергоотдачи почвы и растительного слоя в окружающую среду (J). Эффективность тем выше, чем меньше значение указанной энергоотдачи:

$$J = R - Q_{\text{п}} - \text{БЭП}_{\text{г}} - \text{БЭП}_{\text{р}},$$

где  $R$  – радиационный баланс,  $\text{кДж/см}^2$  (Будыко М.И., 1971);  $Q_{\text{п}}$  – энергия почвообразования,  $\text{кДж/см}^2$  (Волобуев В.Р., 1974);  $\text{БЭП}_{\text{г}}$  – энергия, аккумулированная в почвенном гумусе,  $\text{кДж/см}^2$ ;  $\text{БЭП}_{\text{р}}$  – аккумулированная энергия в продукции фитомассы,  $\text{кДж/см}^2$ .

Энергию, аккумулированную в продукции фитомассы и в почвенном гумусе, можно оценить через биоэнергетический потенциал (БЭП), методика расчета которого предложена Хохловой О.Б. [6].

Для обеспечения устойчивости земледелия необходимо, чтобы величина энергоотдачи при функционировании мелиоративных систем снижалась по сравнению с естественными условиями, что указывает на более эффективное использование поступающей солнечной энергии.

Исходными данными для расчетов являлись: радиационный баланс, количество осадков, оросительная норма, урожайность сельскохозяйственных культур и количество вносимых удобрений. При этом для естественных условий принято среднесезонное значение радиационного баланса (по литературным данным), а при реализации мелиоративных мероприятий учитывалось изменение отражающей поверхности почвы, остальные показатели определены по фактическим данным. Для расчета энергии, поступившей в почву с удобрениями, использованы материалы О.Б. Хохловой по УМС [6] и фирмы «ГринПикъ» ([www.green-pik.ru](http://www.green-pik.ru)) [7]. В соответствии с расчетами О.Б. Хохловой выяснено, что при внесении 10 т/га УМС в почву дополнительно поступает  $0,45 \text{ кДж/см}^2$ . Энергия, поступившая с вермикомпостом, была оценена через энергию, содержащуюся в 1 т подстилочного навоза. При этом учитывалось, что из 1 тонны навоза возможно получить до 600 кг вермикомпоста.

В таблице 5 приведены результаты расчета энергоотдачи за три года по вариантам исследований: контроль без орошения, контроль с орошением, внесение УМС и вермикомпоста «Биогумус». Полученные данные свидетельствуют об эффективности оросительных мелиораций, при проведении которых наблюдается снижение энергоотдачи за счет повышения затрат на энергию почвообразования в 1,4 раза. Наибольшее влияние орошение оказало в острозасушливом 2007 году, когда энергоотдача снизилась на 26 % по сравнению с вариантом без орошения. 2006 и 2008 гг. характеризовались как влажные годы, энергия почвообразования практически осталась неизменной по сравнению с вариантом без орошения, при этом энергоотдача снизилась только на 10 %. Полученные закономерности увеличения эффективности использования солнеч-

ной энергии при орошении отчетливо иллюстрируются на рисунке 1, где видно, что величина энергоотдачи в вариантах с внесением УМС и «Биогумуса», а также на контроле с орошением, практически одинакова, что указывает на необходимость орошения для данной природной зоны в напряженные по влагообеспеченности периоды.

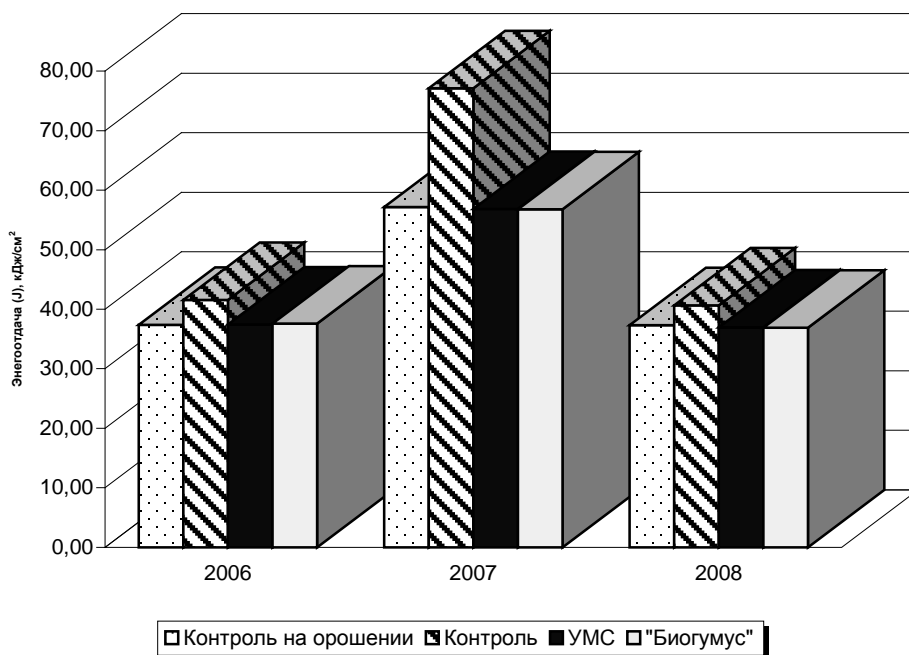


Рисунок 1 – Динамика турбулентной энергоотдачи по вариантам исследований

Во все годы исследований наблюдаются значительные различия между энергией, аккумулируемой в продукции фитомассы, на контроле и в вариантах с внесением УМС и «Биогумуса» (табл. 5).

Энергетическая эффективность применения органических удобрений длительного действия была также оценена через прирост биоэнергетического потенциала (БЭП) органического вещества почвы. Полученные результаты (рис. 2) свидетельствуют об увеличении энергии, накопленной в почвенном гумусе при внесении органических удобрений в среднем на 8 % по сравнению с контролем. За счет интенсификации гумусообразования в течение двух лет БЭП возрос с 786 и 797 ГДж/га до 855 и 875 ГДж/га в вариантах с УМС и «Биогумусом» соответственно.



Таблица 5 – Результаты расчета турбулентной энергоотдачи по вариантам исследований за 2006-2008 гг.

Годы	$R_{\phi}$	$R_M$	Ос, мм	М, мм	$Q, \text{кДж/см}^2$		$БЭП_{\phi}, \text{кДж/см}^2$				$G, \text{кДж/см}^2$		$J, \text{кДж/см}^2$			
	$\text{кДж/см}^2$	$\text{кДж/см}^2$			естественные условия	при орошении	контроль без орошения	контроль на орошении	УМС	«Биогумус»	УМС	«Биогумус»	контроль без орошения	контроль на орошении	УМС	«Биогумус»
2006	138	134	675	40	96,6	96,1	0,27	0,60	0,97	0,98	0,45	0,65	41,6	37,4	37,4	37,6
2007	138	140	296	154	61,00	82,8	0,30	0,47	0,81	0,85	-	-	71,1	57,2	56,8	56,8
2008	138	134	692	25	97,4	96,2	0,29	0,48	0,87	0,91	-	-	40,7	37,3	37,0	36,9

Примечание.

$R_{\phi}, R_M$  – радиационный баланс в естественных условиях и при проведении мелиоративных мероприятий; Ос – количество годовых осадков; М – оросительная норма; Q – энергия почвообразования; БЭП<sub>φ</sub> – энергия, аккумулируемая в продукции фитомассы; G – энергия, поступающая с удобрениями; J – турбулентная энергоотдача почвы и растительного слоя в окружающую среду.

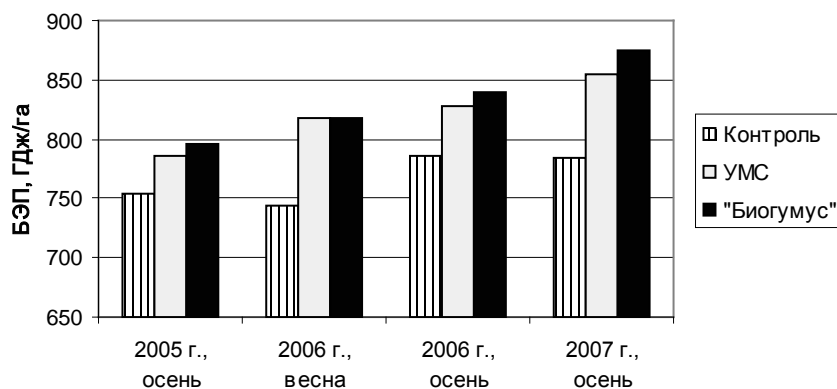


Рисунок 2 – Динамика биоэнергетического потенциала органического вещества почвы по вариантам исследований

Сопоставление полученных в опыте уровней урожайности и качества продукции с литературными данными позволяет утверждать, что применение удобрительно-мелиорирующей смеси и вермикомпоста положительно сказывается как на качестве получаемой сельскохозяйственной продукции (выход обменной энергии максимальный в вариантах с УМС и вермикомпостом), так и на величине урожайности. За три года исследований средняя урожайность сена тимopheечно-кострецовой смеси в варианте с внесением УМС составила 9,97 т/га, «Биогумуса» – 10,6 т/га, что превышает вариант контроля с орошением соответственно на 72 % и 83 %, а вариант контроля без орошения – на 202 % и 221 %.

Оценки энергетического баланса показали высокую эффективность оросительных мелиораций в засушливый по влагообеспеченности год, о чем свидетельствует снижение турбулентной энергоотдачи почвы и растительного покрова в окружающую среду на 10-26 %. Эффективность применения органоминеральных и органических удобрений длительного действия выражается в увеличении энергии почвенного гумуса до 800-875 ГДж/га, что больше по сравнению с контролем в среднем на 8 %.

#### Библиографический список

1. Бudyko, М.И. Климат и жизнь [Текст] / М.И. Бudyko. – Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1971. – 470 с.
2. Волобуев, В.Р. Введение в энергетику почвообразования [Текст] / В.Р. Волобуев. – М.: Наука, 1974. – С. 127-128.
3. Технологии управления продуктивностью мелиорируемых агроландшафтов различных регионов РФ [Текст] / Л.В. Кирейчева, И.В. Белова, Н.П. Карпенко и др. – М., 2008. – 82 с.
4. Ковалев, Н.Г. Эффективность технологий освоения осушаемой залежи в сенокосы в Центральном районе Нечерноземной зоны РФ [Текст] / Н.Г. Ковалев, А.Г. Кобзин, Т.М. Тихо-

мира // Доклады международной научно-практической конференции «Повышение эффективности мелиорации сельскохозяйственных земель». – Мн., 2005.

5. Состав и питательность кормов (союзные республики, экологические районы РФ) [Текст]: справочник / Под ред. И.С. Шумилина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 303 с.

6. Хохлова, О.Б. Повышение плодородия малопродуктивных и деградированных почв удобрительно-мелиорирующими смесями на основе сапропелей [Текст] : автореф. ... дис. д-ра с.-х. наук. / О.Б. Хохлова. – М., 2007. – 47 с.

7. [www.green-pik.ru](http://www.green-pik.ru)

E-mail: [gsm.dtn@mail.ru](mailto:gsm.dtn@mail.ru)

## ЗОНА УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВЫ КАК ФАКТОР УПРАВЛЕНИЯ РОСТОМ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ТОМАТОВ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

## SOIL MOISTENING ZONE AS TOMATOES' ROOT SYSTEM GROWTH MANAGEMENT FACTOR AT DRIP IRRIGATION

**А.С. Овчинников**, доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор, ректор Волгоградской ГСХА

**И.И. Азарьева**, аспирант

ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия

**A.S. Ovchinnikov, I.I. Azarjeva**

*Volgograd state agricultural academy*

Установлены закономерности роста и функционирования корневой системы томатов во взаимосвязи с особенностями формирования и геометрией контура увлажнения почвы при капельном орошении.

Tomatoes' root system growth and functioning mechanisms in correlation with forming and soil moistening contour geometry features at drip irrigation are determined in the article.

**Ключевые слова:** *капельное орошение, контуры увлажнения, управление, оптимизация, корневая система, рост и функционирование, томаты.*

**Key words:** *drip irrigation, moistening contours, management, optimization, root system, growth and functioning, tomatoes.*

Существует несколько мнений по поводу изменения параметров контура увлажнения и связанной с этим поливной нормы, в период активного роста корневой системы растений [1, 2, 3].

Первое мнение представляется традиционным и основывается на предположении существования прямой пропорции между мощностью корневой системы, зоной ее распространения и эффективностью возделывания томатов, характеризуемой большинством из оптимизационных критериев. Направление достаточно обосновано как теоретически, так и эксперимен-

тально. В частности, чем больше развита корневая система, тем больше ее поглощающий потенциал, больший объем почвы охвачен корнями, больше вероятность обеспечения растений водой и элементами минерального питания в соответствии с биологическими потребностями. Почва играет роль буфера к большинству негативных явлений. Следовательно, посевы, корневая система которых хорошо развита, занимают большой объем почвогрунта, являются наиболее адаптированными к стрессовым ситуациям.

Но имеет место и другое, активно развивающееся направление решения данной проблемы. В соответствии с ним, мощность развития корневой системы должна определяться механической функцией. Корни должны обеспечивать механическую устойчивость растений, остальные функции регулируются посредством создания особых почвенных условий, в частности, своевременной подачей питательных элементов с водой в смеси. В наибольшей степени данное направление реализуется при возделывании растений в условиях гидропоники. При капельном орошении в этом случае отдается приоритет наименее плодородным почвам, в которых формируется ограниченная по размерам локальная зона увлажнения.

В своих опытах поливную норму мы изменяли как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения в сравнении с первоначальной, применяемой в период от всходов до начала цветения посевов. Реализован полевой эксперимент в КХ «Садко» Дубовского района Волгоградской области в зоне распространения светло-каштановых почв. Продолжительность эксперимента – три года, с 2006 по 2008 гг. включительно. Гранулометрический состав почвы опытного участка – тяжелосуглинистый, плотность сложения в пахотном слое 1,24-1,32 т/м<sup>3</sup>, наименьшая влагоемкость равна 26,2-27,4 в весовых процентах. Скорость подачи воды одной капельницей в системе капельного орошения, смонтированной на опытном участке, составляла 2 л/час, при их размещении на поливном трубопроводе с расстоянием 0,5 м. Поливную норму в опыте изменяли от 100 до 220 м<sup>3</sup>/га с интервалом 30 м<sup>3</sup>/га. Наряду с базовой системой обработки почвы, в опыт включен вариант, где проводили полосное объемное рыхление локально в зоне распространения корневой системы.

В приведенной ниже таблице сведены данные, сопоставление которых позволяет наглядно представить зависимость прибавки накопленной корневой массы от размера поливной нормы в период цветения томатов. Из приведенных данных видно, что с повышением поливной нормы от 100 до 130 м<sup>3</sup>/га динамика прибавки массы корней томата на участках с базовой системой обработки почвы и при полосном объемном

рыхлении в зоне увлажнения практически не изменялась и находилась в пределах 5,9-6,0 кг/га на каждый кубометр увеличения поливной нормы.

Таблица – Эффективность формирования и функционирования  
корневой системы томатов в зависимости от поливной нормы  
и способа обработки почвы

Система обработки почвы	Поливная норма, м <sup>3</sup> /га	Доля зоны перехода состояния почвы с биологически оптимальным уровнем влагосодержания после полива к состоянию с недостаточным влагосодержанием перед поливом, %	Масса корней в сухом состоянии, кг/га (среднее за годы исследований)	Динамика прибавки массы корней при увеличении поливной нормы, кг/(га×м <sup>3</sup> поливной нормы)	Интегральные значения сухой массы посева, т/га	Коэффициент продуктивности корневой системы кг <sub>надз.</sub> /кг <sub>корне</sub>
Базовая система обработки почвы	100	8,3	1221	—	7,94	5,5
	130	10,4	1398	5,9	9,09	5,5
	160	18,8	1618	7,3	10,52	5,5
	190	18,8	1840	7,4	10,86	4,9
	220	29,2	2080	8,0	11,02	4,3
С полосным объемным рыхлением в зоне увлажнения	100	8,3	1218	—	8,28	5,8
	130	10,4	1397	6,0	9,36	5,7
	160	14,6	1740	11,4	11,83	5,8
	190	14,6	2000	8,7	13,40	5,7
	220	14,6	2295	9,8	13,31	4,8

При увеличении поливной нормы со 130 до 160 м<sup>3</sup>/га характер динамики роста корней томатов на участках с базовой и предлагаемой технологией обработки почвы существенно изменялся. В этом диапазоне, в среднем, на каждый добавочный кубометр поливной нормы масса сухих корней посева возрастала с 7,3 кг/га при базовой системе обработки почвы до 11,4 кг/га в предлагаемой системе обработки почвы. Сопоставление приведенных данных показывает, что динамика прибавки массы корней томата возрастает обратно пропорционально увеличению доли площади контура увлажнения, где влажность почвы изменяется от состояния оптимальной влажности после полива к состоянию

недостаточного увлажнения после полива. Таким образом, чем больше доля площади в контуре увлажнения с таким водным режимом, тем меньше динамика прибавки сухого вещества в корнях томата, обусловленной увеличением поливной нормы.

Данная закономерность сохраняется и при последующих увеличениях поливной нормы, в частности в эксперименте – при увеличении поливной нормы со 160 до 190 м<sup>3</sup>/га и со 190 до 220 м<sup>3</sup>/га.

Наряду с общей тенденцией повышения корневой массы томатов, при увеличении поливной нормы необходимо учитывать ее соотношение с количеством органического вещества, накопленного в надземной части растения, что характеризует эффективность работы корневой системы. Исследованиями установлено, что при увеличении поливной нормы коэффициент продуктивности функционирования корневой системы томата снижается. Однако, на участках, с базовой системой обработки почвы, где, наряду с ростом площади контура увлажнения доля переходной зоны (с состоянием оптимальной влажности после полива переходящей к состоянию остро недостаточного увлажнения к сроку назначения очередного полива), возрастала от 8,3 до 29,2 %, максимальный коэффициент продуктивности корневой системы томата отмечен при поливе нормами 130-160 м<sup>3</sup>/га. На участках, где применяли полосное объемное рыхление в увлажняемой зоне, вследствие чего доля площади контура увлажнения с переходной зоной возрастала не до 29,2 %, а до 14,6 %, максимальный коэффициент продуктивности корневой системы томата сохранялся и при поливе нормами 160-190 м<sup>3</sup>/га.

Таким образом, данные, сведенные в таблицу, говорят о преимуществе повышения поливной нормы с начала цветения растений томата в сочетании с применением предложенного способа обработки почвы, выражаемом в повышении практически всех исследуемых показателей эффективности. Масса накопленного в корнях томата сухого вещества при поливе, например, нормой 220 м<sup>3</sup>/га на участках с разработанной системой обработки почвы была на 215 кг/га больше, чем при базовой системе обработки. Однако, при поливе наименьшими в опыте поливными нормами, 100 и 130 м<sup>3</sup>/га, на участках с базовой и разработанной системой обработки почвы разницы в массе сухих корней томата не наблюдалось. Следовательно, необходимо учитывать взаимодействие факторов, которое заключается в проявлении эффекта от способа обработки почвы только при больших поливных нормах.

**Библиографический список**

1. Айдаров, И.П. Расчеты контуров увлажнения при капельном и внутрипочвенном орошении [Текст] / И.П. Айдаров, А.А. Алексахенко, Л.Ф. Пестов // Теория и практика комплексного мелиоративного регулирования. – М., 1983. – С. 15–22.
2. Голованов, А.И. Основы капельного орошения: теория и примеры расчетов [Текст] / А.И. Голованов, Е.В. Кузнецов. – Краснодар, 1996. – С. 6-27.
3. Храбров, М.Ю. Особенности расчета распространения влаги в почве при капельном орошении [Текст] / М.Ю. Храбров // Вопросы мелиорации. – 1998. – С. 22-24.

**E-mail:** vgsxa @ avtlg. ru

УДК 633.34:631.559:631.674.6 (470.44/.47)

**ОСОБЕННОСТИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
И ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ  
В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

**SOYBEAN PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND  
PRODUCTIVITY FEATURES DURING DRIP IRRIGATION  
IN NIZHNEJE POVOLZHJE CONDITIONS**

**Е.П. Боровой, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
О.А. Белик, соискатель**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**Е.Р. Borovoj, O.A. Belik**

*Volgograd state agricultural academy*

Анализируется влияние фотосинтетической деятельности на урожайность сои в условиях капельного орошения. Установлено, что за вегетацию максимальную площадь листьев посева сои сформировали в период массового налива бобов при дозах минерального питания на уровне  $N_{115} P_{80} K_{100}$ .

Photosynthetic activity influence on soybean crop capacity in drip irrigation conditions is analysed in the article. It was established that soybeans formed the maximum leaves area during the vegetation period of beans ripening mass at mineral feeding dozes of  $N_{115} P_{80} K_{100}$  levels.

**Ключевые слова:** *площадь листьев, фотосинтетический потенциал, продуктивность фотосинтеза, сухая масса, урожайность, соя, капельное орошение.*

**Key words:** *leaves area, photosynthetic potential, photosynthesis potential, dry mass, crop capacity, soybean, drip irrigation.*

Процесс формирования урожая тесно связан с фотосинтетической деятельностью растений. Увеличение листовой поверхности улучшает процесс фотосинтеза и способствует накоплению большего количества сухого вещества, что является основополагающим фактором увеличения урожая. В результате фотосинтетической деятельности листо-

вой поверхности образуется 90-95 % сухой биомассы урожая и аккумулируется 100 % энергии солнечной радиации [2, 3]. Величина площади листьев, фотосинтетический потенциал, продуктивность фотосинтеза являются основными показателями фотосинтетической деятельности растений. Поэтому определение основных факторов фотосинтетической деятельности и закономерностей изменения процесса фотосинтеза должно лежать в основе всех мероприятий по повышению функционирования сельскохозяйственных культур как биологической экосистемы.

Исследования проводились в фермерском хозяйстве «Садко» Дубовского района Волгоградской области. Изучены следующие факторы: формирование водного режима (фактор А), пищевого (фактор В) режима почвы и обработка почвы при новой технологии (фактор С) и их комплексное влияние на рост, развитие и продуктивность зерна сои при капельном орошении.

Для определения влияния влагообеспеченности почвы (фактор А) на рост и развитие сои делили ее вегетационный период на 2 части: первый от всходов до цветения, второй – от цветения до полной спелости зерна.

Фактор  $A_1$  при поддержании предполивного порога влажности на уровне 70-70 % НВ, фактор  $A_2$  при поддержании предполивного порога влажности на уровне 70-80 % НВ, фактор  $A_3$  при поддержании предполивного порога влажности на уровне 80-70 % НВ, фактор  $A_4$  при поддержании предполивного порога влажности на уровне 80-80 % НВ.

Рассчитаны дозы минеральных удобрений на планируемый уровень урожайности (по методу элементарного баланса) (фактор В).

Фактор  $B_1$  – внесение минеральных удобрений на планируемый урожай 3 т семян с 1 га нормой  $N_{90}P_{60}K_{75}$ ; фактор  $B_2$  – внесение минеральных удобрений на планируемый урожай 4 т семян с 1 га нормой  $N_{115}P_{80}K_{100}$ .

Фактор  $C_1$  – обычная обработка почвы. Для оптимизации условий развития и активного функционирования соевого симбиоза разработан новый способ обработки почвы фактор  $C_2$ , заключающийся в том, что в период активного вегетирующего процесса почва в границах контура увлажнения специальными рабочими органами отрезается от основания, приподнимается на высоту 4-6 см, после чего сходит с лемеха без оборота.

Опытный орошаемый участок расположен в подзоне светлокаштановых почв. Почвы данной подзоны характеризуются маломощными гумусовыми горизонтами 0,15-0,25 м и низким содержанием гумуса (1,6-2,3 %) в пахотном слое. Реакция почвенного раствора слабощелочная (рН 7,0-8,3).



При закладке опытов и проведении полевых наблюдений руководствовались основными положениями методики полевого опыта Б.А. Доспехова [1].

Повторность опыта четырехкратная. Общая площадь опытного участка – 1 га, учетная площадь единичной делянки, представленной сочетанием трех факторов, – 140 м<sup>2</sup>.

Наблюдениями в 2005-2007 гг. установлено, что повышение предполивной влажности почвы с 70 до 80 % НВ в период цветения, формирования и налива бобов или в течение вегетационного периода способствует статистически достоверному повышению фотосинтетической активности посева.

Повышение в течение вегетационного периода сои постоянного порога предполивной влажности почвы с 70 % до 80 % НВ при базовой обработке почвы или полосном рыхлении 1,5-10,1 %. При увеличении доз минеральных удобрений на всех вариантах опыта фиксировалось увеличение максимальной площади листьев на 3,1-8,9 %.

Максимальную за вегетацию площадь листьев посева сои сформировали в период массового налива бобов. В зависимости от минерального питания, влагообеспеченности и обработки почвы численные значения максимальной площади листьев изменялись 32,6-39,9 тыс. м<sup>2</sup>/га (табл. ).

За вегетационный процесс суммарный фотосинтетический потенциал сои изменялся в зависимости от факторов минерального питания, влагообеспеченности и обработки почвы и составил 1860-2640 тыс. м<sup>2</sup>/га.

По факту водного режима наибольшее значение фотосинтетического потенциала – 183-443 тыс. м<sup>2</sup>/га или 9,8-21,8 % наблюдалось там, где предполивной уровень влагосодержания увлажняемой зоны почвогрунта составил не менее 80 % НВ.

По факту пищевого режима при внесении минеральных удобрений дозой N<sub>115</sub>P<sub>80</sub>K<sub>100</sub> увеличение фотосинтетического потенциала составило в зависимости от обработки и предполивной влажности почвы на 9,9-15,6 %.

В среднем за годы исследований увеличение значения продуктивности фотосинтеза сои на 5,4 % или 4,86 г/м<sup>2</sup> сформировалось на участках, где предполивной порог влажности в течение вегетационного периода поддерживался на уровне 80 % НВ, с внесением минеральных удобрений дозой N<sub>115</sub>P<sub>80</sub>K<sub>100</sub> и полосном рыхлении почвы. Наихудшие показатели ПФ наблюдались при режиме увлажнения 80-70 % НВ и варьировали по вариантам опыта от 2 % до 8,7 %. В зависимости от минерального питания численная продуктивность фотосинтеза сои в зависимости от предполивной влажности и обработки почвы разни́ца составила от 7,2 до 23,8 %.

Таблица – Показатели фотосинтеза и продуктивности сои при капельном орошении

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Уровень предположивной влажности почвы, %НВ	Максимальная площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	Фотосинтетический потенциал, тыс. м <sup>2</sup> дней/га	Продуктивность фотосинтеза, г/м <sup>2</sup> в сут.	Сухая масса посева, т/га	Урожайность семян, У, т/га	Δ У на каждом агрофоне	
							т/га	%
Базовая система обработки почвы								
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>75</sub>	70-70	34,3	1860	3,67	6,83	2,19	-	-
	70-80	34,8	2043	3,78	7,76	2,35	0,16	7,3
	80-70	32,6	1883	3,35	6,37	1,95	-0,24	-10,9
	80-80	36,0	2267	4,01	9,17	2,57	0,38	17,4
N <sub>115</sub> P <sub>80</sub> K <sub>100</sub>	70-70	35,6	2087	4,07	8,50	2,70	-	-
	70-80	37,4	2303	4,17	9,62	3,10	0,4	14,8
	80-70	33,6	2070	4,15	8,59	2,43	-0,27	-10
	80-80	39,2	2620	4,30	11,26	3,23	0,53	19,6
Полосное рыхление почвы								
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>75</sub>	70-70	34,9	2030	3,85	7,86	2,65	-	-
	70-80	36,5	2247	4,00	9,02	2,89	0,24	9,06
	80-70	34,2	2077	3,70	7,71	2,36	-0,29	-10,9
	80-80	37,1	2473	4,25	10,53	3,11	0,46	17,4
N <sub>115</sub> P <sub>80</sub> K <sub>100</sub>	70-70	37,2	2300	4,61	10,60	3,25	-	-
	70-80	38,8	2523	4,69	11,85	3,69	0,44	13,5
	80-70	37,2	2290	4,48	10,26	2,92	-0,33	-10,2
	80-80	39,9	2740	4,86	13,32	3,93	0,68	20,9

Увеличение сухой биологической массы наблюдается в течение всего периода налива бобов до начала фазы созревания. Значительная часть опавших листьев в период созревания снижали общую биологическую массу посева, но, учитывая накопление органической массы посевами интегрально, то есть включение массы отмирающего вещества, сухая биологическая масса вещества достигает в конце вегетационного периода 6,37-13,32 т/га.

Наименьшее значение накопленной за вегетационный период сухой массы вещества наблюдалось на участках, где порог предполивной влажности почвы поддерживался на уровне 80-70 % НВ, минеральные удобрения вносили дозой  $N_{90}P_{60}K_{75}$  при обычной обработке почвы и составило 6,37 т/га. При таком же минеральном питании и предполивной влажности в условиях полосного рыхления почвы сухая масса увеличивалась до 7,71 т/га, разница составила 1,34 т/га, что считается статистически существенно.

Наибольшие значения накопленной за вегетационный период органической массы сои, при внесении  $N_{115}P_{80}K_{100}$  отмечалось при поддержании постоянного порога предполивной влажности 80-80 % НВ при обычной обработке почвы в среднем за годы исследования 11,26 т/га. На участках при внесении удобрений  $N_{115}P_{80}K_{100}$  и при постоянном пороге предполивной влажности 80 % НВ, где проводили полосное рыхление, масса накопленного биологического вещества увеличивалась и составила 13,32 т/га.

Наибольшая прибавка урожайности зерна сои наблюдалась на участках при поддержании порога предполивной влажности в пределах 80 % НВ в течение вегетационного периода, внесении наибольшей дозы удобрений и полосном рыхлении почвы – 3,93 т/га, что значительно выше по сравнению с базовой обработкой почвы – 3,23 т/га.

На участках, где предполивной порог влажности почвы сохранялся в течение вегетационного периода 70 % НВ и базовой обработкой почвы, урожайность составила 2,70 т/га, а при полосном рыхлении – 3,25 т/га. Повышение порога предполивной влажности до 80 % НВ в период цветения, формирования и налива бобов при увеличении доз минеральных удобрений.

В зависимости от уровня минерального питания прибавка урожайности зерна сои составила при базовой обработке почвы 28,2 % на участках, где предполивной режим почвы поддерживался на уровне 80 % НВ в течение вегетационного периода, а при полосном рыхлении 27,7 % при поддержании предполивного режима 70-80 % НВ.

Таким образом, целесообразно возделывание сои на семена с использованием системы капельного орошения при получении 4 т/га в сочетании поддержания порога предполивной влажности почвы на уровне

80 % НВ в течение вегетационного режима с внесением минеральных удобрений дозой N<sub>115</sub> P<sub>80</sub> K<sub>100</sub> и полосном рыхлении почвы.

**Библиографический список**

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Ничипорович, А.А. Световое и углеродное питание растений (фотосинтез) [Текст] / А.А. Ничипорович – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 287 с.
3. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности [Текст] / А.А. Ничипорович // Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. – М.: Наука. 1972. – С. 511-527.

**E-mail:** kuznetsova-gidro.@ mail.ru

УДК 631.674.4

**АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ  
ПАРАМЕТРОВ КОНТУРА УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВЫ НА ОСНОВЕ  
РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ВЛАГОПЕРЕНОСА  
ANALYTICAL APPROACH TO SOIL MOISTENING  
CONTOUR PARAMETERS DEFINITION BASED ON MOISTURE  
TRANSPORTATION EQUATION SOLUTION**

**Е.П. Боровой, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**

**Е.А. Ветренко, кандидат технических наук, доцент**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**E.P. Borovoj, E.A. Vetrenko**

*Volgograd state agricultural academy*

Получены аналитические зависимости для нахождения параметров контура увлажнения почвы при ВПО. Рассмотрен вопрос решения уравнений влагопереноса с учетом интенсивности отбора влаги корнями растений и неоднородности почвогрунта. Проведен сравнительный анализ теоретических и практических значений параметров контура увлажнения при локальном внутрипочвенном орошении яблоневого сада.

Analytical dependences are get to find soil moistening contour parameters at intersoil irrigation. Moisture transportation equation solution question is examined taking into account plants 'root moisture withdrawal activity and soil theoretical and practical values of moistening contour parameters during apple-tree orchard local intersoil irrigation is given in the article.

**Ключевые слова:** контур увлажнения, уравнение влагопереноса, транспирация.

**Key words:** moistening contour, moisture transportation equation, transpiration.

Внутрипочвенное орошение представляет собой один из перспективных и экологически безопасных способов полива. Однако недостаточная изученность теоретических основ процесса влагопереноса

при ВПО сдерживает темпы развития и широкого применения этого способа полива в сельскохозяйственном производстве. Важным вопросом при ВПО является вопрос исследования закономерностей формирования контура увлажнения почвы.

В связи с этим, нами были проведены исследования по изучению закономерностей передвижения влаги при ВПО в ненасыщенных почвогрунтах с целью получения аналитических зависимостей для расчета параметров контура увлажнения почвы.

На основе обобщенного закона Дарси математическая модель передвижения влаги в ненасыщенных почвогрунтах имеет вид [1]:

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D_x \frac{\partial W}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( D_y \frac{\partial W}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( D_z \frac{\partial W}{\partial z} \right) \pm \frac{\partial K}{\partial z} - F(W, x, y, z, t), \quad (1)$$

где  $W$  – объемная влажность почвы;  $D_x, D_y, D_z$  – коэффициенты диффузии почвенной влаги в направлении координатных осей  $x, y, z$  соответственно;  $K(W)$  – коэффициент влагопроводности;  $F(W, x, y, z)$  – функция, учитывающая отбор влаги корнями растений, испарение с поверхности почвы и т.д.;  $t$  – время.

Решение уравнения влагопереноса (1) представляет большие трудности, поэтому данную задачу сводят к рассмотрению двух одномерных уравнений передвижения влаги в вертикальном и горизонтальном направлениях, которые соответственно имеют следующий вид:

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left( D(W) \frac{\partial W}{\partial z} \right) \pm \frac{\partial K}{\partial z} - F(W, z, t) \quad (2)$$

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D(W) \frac{\partial W}{\partial x} \right) - F(W, x, t) \quad (2')$$

Для решения уравнений (2), (2') необходимо знать зависимость коэффициента диффузии  $D(W)$  от влажности, а также функцию отбора влаги корнями растений.

Гарднером было установлено, что зависимость коэффициента диффузии от влажности может быть описана экспонентой:

$$D(W) = D_0 \exp[\beta(W - W_0)], \quad (3)$$

где  $\beta$  – параметр, характеризующий почву;  $D_0$  – коэффициент диффузии при начальной влажности  $W_0$ .

Параметры  $\beta, D_0$  можно найти, зная водно-физические свойства исследуемого почвогрунта, по формулам Л.Е. Чернышевой:

$$\beta = \frac{1}{W_n - W_0} \ln \left[ \frac{3(W_n - W_0)^{3,5}}{W_n (W_0 - W^*)^{3,5} \left( \frac{1}{W_0^2} + \frac{2W_0}{W_n^3} \right)} \right] \quad (4)$$

$$D_0 = \frac{K_\phi P_0 W^*}{1 - \left( \frac{W^*}{W_n} \right)^3} \left( \frac{W_0 - W^*}{W_n - W^*} \right)^{3,5} \left( \frac{1}{W_0^2} + 2 \frac{W_0}{W_n^3} \right), \quad (5)$$

где  $W_n$  – полная влагоемкость,  $W_0$  – начальная влажность,  $W^*$  – максимальная молекулярная влагоемкость,  $K_\phi$  – коэффициент фильтрации,  $P_0$  – капиллярное давление при влажности равной максимальной молекулярной влагоемкости.

Неоднородность сложения почвогрунта предлагается учитывать путем изменения значений коэффициента диффузии  $D(W)$ , а, следовательно, и его параметров  $\beta, D_0$ . Значения коэффициента диффузии следует изменять в зависимости от рассмотрения законов передвижения влаги в горизонтальном направлении, вертикально вверх или вертикально вниз. При этом формулы (4), (5) остаются без изменений, но водно-физические характеристики почвы следует усреднять не по всей толще расчетного слоя почвы, а только с учетом свойств и мощности тех слоев, в которых происходит влагоперенос исследуемого направления.

На основе «макроскопического» подхода к моделированию функции отбора влаги корнями растений в случае ВПО, можно считать, что эта функция имеет вид [3]:

$$F = \alpha E_T, \quad (6)$$

где  $E_T$  – удельная транспирация, т.е. скорость транспирации на единицу объема почвы;  $\alpha$  – параметр, зависящий от характеристик корневой системы, влажностных свойств почвы, выбранной модели процесса и т.д.

Удельную транспирацию находим в расчете на планируемую урожайность  $q$  т/га, используя среднее значение транспирационного коэффициента изучаемой сельскохозяйственной культуры. Если коэффициент транспирации равен  $A$ , то величина средней за вегетативный период транспирации составит [4]:

$$E_T = \frac{A \cdot q}{10^4 \cdot \gamma \cdot h \cdot t}, \quad (7)$$

где  $\gamma$  – плотность воды;  $h$  – глубина распространения корневой системы, м;  $t$  – продолжительность периода вегетации, сут.

Так как интенсивность отбора влаги корнями растений в пределах контура увлажнения выше, чем за его пределами, то представляется целесообразным ввести коэффициент, учитывающий неравномерность данного процесса. При этом функцию  $F(z, W, t)$  представим в виде:

$$F(W, z, t) = \frac{h}{\xi_{верт}} \alpha E_T, \quad (8)$$

где  $h$  – глубина расчетного слоя, т.е. распространения основной массы корневой системы;  $\xi_{верт}$  – полученная глубина распространения контура увлажнения.

Аналогично,

$$F(W, x, t) = \frac{\eta}{\xi_{гор}} \alpha E_T, \quad (8')$$

где  $\eta$  – оптимальное значение ширины контура увлажнения;  $\xi_{гор}$  – полученная ширина контура увлажнения.

Оптимальное значение контура увлажнения определяется исходя из необходимой для создания благоприятного водного режима орошаемой площади питания растений, предусматривающей проведение водосберегающего полива.

Таким образом, с учетом зависимостей (3)-(5), (8), (8') находим решение уравнений влагопереноса (2), (2') методом осреднения функциональных поправок. В случае вертикального передвижения влаги вверх и вниз это решение имеет соответственно вид:

$$\xi_{верт} \mp 2 \frac{e^{\beta(W_n - W_0)} - 1}{(\Delta K + h \alpha E_T) \frac{\beta}{D_0}} \ln \left[ 1 - \frac{(\Delta K + h \alpha E_T) \frac{\beta}{D_0} \xi_{верт}}{2(e^{\beta(W_n - W_0)} - 1)} \right] = \pm \frac{(\Delta K + h \alpha E_T) \frac{\beta}{D_0} \tau}{\beta(W_n - W_0) - d}, \quad (9)$$

$$\text{где } \tau = t \cdot D_0, \Delta K = |K(W_0) - K(W_n)|, d = 2 \left( 1 - \frac{\operatorname{arctg} \sqrt{e^{\beta(W_n - W_0)} - 1}}{\sqrt{e^{\beta(W_n - W_0)} - 1}} \right).$$

В случае горизонтального влагопереноса получаем зависимость:

$$\xi_{zop} - 2D_0 \frac{e^{\beta(W_n - W_0)} - 1}{\eta\alpha E_T \beta} \ln \left[ 1 - \frac{\eta\alpha E_T \beta \xi_{zop}}{2D_0 (e^{\beta(W_n - W_0)} - 1)} \right] = \frac{\eta\alpha E_T \frac{\beta}{D_0} \tau}{\beta(W_n - W_0) - d}. \quad (10)$$

Адекватность предложенных моделей и расчетных формул реальному процессу влагопереноса в ненасыщенных почвогрунтах при ВПО оценивалась путем сравнения рассчитанных по полученным зависимостям значений параметров контура увлажнения с полученными экспериментальными данными (табл. 3). К исследованию была принята конструкция системы локального внутрипочвенного орошения, построенная в существующем шестилетнем яблоневом саду. Внутрипочвенные полиэтиленовые увлажнители диаметром 40 мм заложены на расстоянии 1,2 м только с одной стороны от ряда деревьев и состоят из чередующихся перфорированных и неперфорированных участков, длина которых соответственно 1,2 и 2,8 м. Перфорированные участки с перфорацией в виде круглых отверстий диаметром 1,5 мм и шагом 0,15 м расположены в зоне размещения основной массы корней деревьев симметрично относительно штамба. Для уменьшения потерь воды на глубинную фильтрацию и увеличения ширины контура увлажнения использовался полнооборотный противофильтрационный экран шириной 0,4 м, выполненный из полиэтиленовой пленки и имеющий односторонний водовыпуск, направленный в сторону расположения ряда деревьев.

Таблица 3 – Сравнение расчетных и экспериментальных параметров контура увлажнения почвы

Размеры контура увлажнения, м	Расчетные	Экспериментальные	Относительная погрешность вычислений $\delta$ , %
1	2	3	4
	$W_0 = 65\% HB, t = 19ч.$		
Верхняя полуось, $a_1$	0,36	0,37	2,7
Нижняя полуось, $a_2$	0,94	0,97	3,1
Правая полуось, $b_1$	0,89	0,84	6,0
Левая полуось, $b_2$	0,95	0,945	0,5



Окончание таблицы 3

1	2	3	4
	$W_0 = 75\% HB, t = 13ч.$		
Верхняя полуось, $a_1$	0,33	0,345	4,3
Нижняя полуось, $a_2$	1,035	0,98	5,6
Правая полуось, $b_1$	1,015	0,94	7,9
Левая полуось, $b_2$	1,07	1,03	3,9
	$W_0 = 85\% HB, t = 7ч.$		
Верхняя полуось, $a_1$	0,26	0,285	8,8
Нижняя полуось, $a_2$	1,11	1,14	2,6
Правая полуось, $b_1$	1,01	0,92	9,8
Левая полуось, $b_2$	1,055	1,015	3,9

Анализ показал, что полученные эмпирические значения достаточно хорошо согласуются с расчетными теоретическими. Относительная погрешность вычислений составила 0,5...9,8 % и является допустимой для приближенных расчетов элементов режима и техники внутрипочвенного орошения.

Таким образом, полученные зависимости (9), (10) позволяют определить границы распространения контура увлажнения в вертикальном и горизонтальном направлениях, что дает возможность рассчитать элементы техники и режима наиболее рационального ресурсосберегающего полива при ВПО.

#### Библиографический список

1. Гостищев, Д.П. Математическое моделирование влагопереноса при внутрипочвенном орошении [Текст] / Д.П. Гостищев, Ю.С. Рогозина // Мелиорация и водное хозяйство: Обзорн. информ. / ЦБНТИ Минводстроя СССР. – М., 1990. – С. 3-6.
2. Голованов, А.И. Математическая модель переноса влаги и растворов солей в почвогрунтах на орошаемых землях [Текст] / А.И. Голованов, О.С. Новиков // Сб. науч. тр. МГМИ. – М., 1974. Т.36. – С. 87-94.
3. Шех Сук Газван. Численно-аналитические расчеты водносолевого режима при орошении [Текст]: автореферат кандид. дисс./ Шех Сук Газван. – Киев, 1992.
4. Методы фильтрационных расчетов гидромелиоративных систем [Текст] / Под ред. Н.Н. Веригина. – М.: Колос, 1970. – С. 157-159.

**E-mail:** kuznetsova-gidro.@ mail.ru

УДК 631.67:635.11:631.445.51(470.45)

**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОРНЕПЛОДОВ СТОЛОВОЙ  
СВЕКЛЫ СОРТА «БОЛТАРДИ» НА ОРОШАЕМЫХ  
ЗЕМЛЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

**RED BEET OF «BOLTARDI» TYPE CROP CAPACITY  
AND EDIBLE ROOTS QUALITY ON NIZHNEJE  
POVOLZHJE IRRIGATED LANDS.**

**Н.В. Кузнецова, доктор сельскохозяйственных наук**

**Н.Е. Степанова, доцент**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**N.V. Kuznetsova, N.E. Stepanova**

*Volgograd state agricultural academy*

Рассмотрено влияние различного водного и пищевого режимов на урожайность и качество корнеплодов столовой свеклы сорта «Болтарди» на орошаемых светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья.

Different water and food regimes influence on red beet of «Boltardi» type crop capacity and edible roots quality on Nizhneje Povolzhje light – brown irrigated lands.

**Ключевые слова:** орошение, урожай, дозы удобрений, поливная норма, контроль, качество, корнеплод, глубина увлажнения почвы, сухое вещество, сахар, витамин С.

**Key words:** irrigation, crop, fertilizers doses, irrigation rate, control, quality, edible root, soil moisture depth, dry substance, sugar, vitamin C.

В засушливых условиях Нижнего Поволжья одним из наиболее эффективных мелиоративных приемов, позволяющих существенно повысить продуктивность сельскохозяйственных земель и устойчивость производства овощной продукции, является орошение. Благоприятные климатические условия юга России позволяют получать на орошаемых землях высокие и устойчивые урожаи овощей, в том числе столовой свеклы. Однако в последние годы продуктивность свеклы резко снижена по ряду объективных и субъективных причин. Так, в Волгоградской области столовой свеклой занято 335,1 га посевных площадей, а в целом по России – 80 тыс. га. Фактическая урожайность столовой свеклы остается в несколько раз ниже потенциальной – 25 т/га. Вместе с тем, производственный опыт и результаты научно-исследовательских учреждений показывают, что при соблюдении научно-обоснованных технологий возделывание столовой свеклы является рентабельным и прибыльным в условиях орошения Нижнего Поволжья.

В результате проведенных исследований нами обоснованы и экспериментально определены приемы оптимизации формирования запланированных урожаев столовой свеклы сорта «Болтарди» на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья в трехфакторном полевом опыте путем дифференциации по фазам роста и развития растений предполивных порогов влажности почвы и глубины увлажняемого слоя с последовательным чередованием больших и малых поливных норм и внесения расчетных доз минеральных удобрений. Фактор А – режим орошения. Назначение вегетационных поливов при дифференциации предела снижения влажности почвы по фазам роста и развития столовой свеклы по схеме: всходы – начало формирования корнеплода, начало формирования корнеплода – техническая спелость, техническая спелость – уборка урожая: 80-80-70 % НВ (А<sub>1</sub>); 80-70-70 % НВ (А<sub>2</sub>); 80-70-60 % НВ (А<sub>3</sub>). Фактор В – глубина расчетного слоя увлажнения. Обеспечение заданных порогов влажности в слое почвы: 0,3 м (В<sub>1</sub>); 0,3 и 0,6 м (В<sub>2</sub>); 0,6 м (В<sub>3</sub>). Фактор С – дозы удобрений, рассчитанные на получение запланированного урожая (табл. 1): вариант С<sub>1</sub> – без удобрений (контроль); вариант С<sub>2</sub> – N<sub>128</sub> P<sub>70</sub> K<sub>58</sub> – 40 т/га; вариант С<sub>3</sub> – N<sub>192</sub> P<sub>105</sub> K<sub>87</sub> – 60 т/га; вариант С<sub>4</sub> – N<sub>256</sub> P<sub>140</sub> K<sub>116</sub> – 80 т/га; вариант С<sub>5</sub> – N<sub>320</sub> P<sub>175</sub> K<sub>145</sub> – 100 т/га. В комплексной взаимозависимости установлены параметры формирования урожая при различном сочетании урожаяобразующих факторов.

Таблица 1 – Биохимический состав корнеплодов столовой свеклы сорта Болтарди к уборке в зависимости от предполивной влажности, глубины увлажняемого слоя почвы и доз минеральных удобрений (в среднем за 2005-2007 гг.).

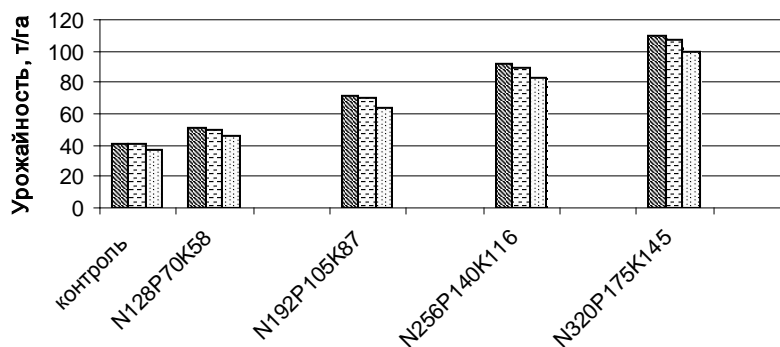
Предполивной порог влажности почвы, % НВ	Глубина увлажнения слоя почвы, м	Доза внесения минеральных удобрений, кг д. в./га	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Витамин С, мг %	Нитраты, мг/кг
1	2	3	4	5	6	7
В зависимости от предполивной влажности почвы						
80-80-70	0,3 и 0,6	N <sub>256</sub> P <sub>140</sub> K <sub>116</sub>	17,3	53,4	11,6	1010
80-70-70			16,7	50,4	10,8	1320
80-70-60			15,6	43,0	7,7	1410
В зависимости от глубины увлажняемого слоя почвы						
80-80-70	0,3	N <sub>256</sub> P <sub>140</sub> K <sub>116</sub>	17,2	52,0	11,1	1102
	0,3 и 0,6		17,3	53,4	11,6	1010
	0,6		16,9	49,6	10,8	1356

Окончание таблицы 1

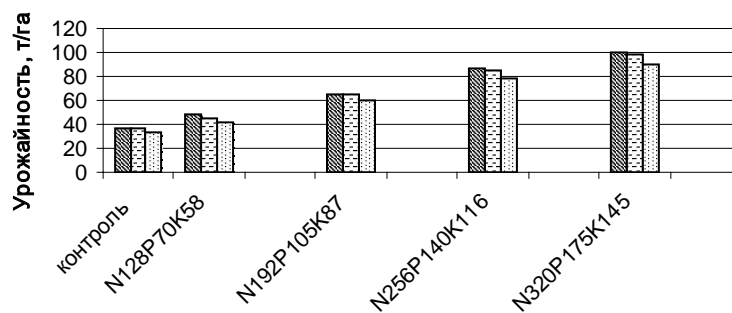
1	2	3	4	5	6	7
В зависимости от доз удобрений						
80-80-70	0,3 и 0,6	Контроль (без удоб- рений)	16,7	51,5	9,9	711
		N <sub>128</sub> P <sub>70</sub> K <sub>58</sub>	17,0	52,1	10,9	812
		N <sub>192</sub> P <sub>105</sub> K <sub>87</sub>	17,1	52,6	11,0	936
		N <sub>256</sub> P <sub>140</sub> K <sub>116</sub>	17,3	53,4	11,6	1010
		N <sub>320</sub> P <sub>175</sub> K <sub>145</sub>	17,8	55,7	12,0	1201

Планируемый урожай товарных корнеплодов столовой свеклы на светло-каштановых почвах можно получать при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80-80-70 % НВ с дифференцированным увлажнением почвы с использованием расчетных доз минеральных удобрений. При внесении минеральных удобрений на изучаемых вариантах водного режима прибавка урожая товарных корнеплодов по отношению к контролю в среднем варьировала от 20,3-168,3 %.

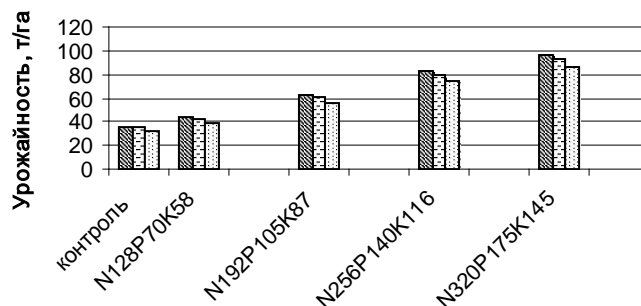
В среднем за три года при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80-80-70 % НВ на неудобренной светло-каштановой почве в общем было получено 41,2 т/га товарных корнеплодов (0,0...0,3 м), 40,5 т/га (0,0-0,3-0,6 м), 37,3 т/га (0,0-0,6 м). Урожайность столовой свеклы на всех изучаемых вариантах повышалась с увеличением доз внесения минеральных удобрений. При внесении N<sub>128</sub>P<sub>70</sub>K<sub>58</sub> в варианте с глубиной увлажнения 0,0-0,3 м прибавка в урожайности по отношению к контролю составляла 9,3 т/га, а при внесении N<sub>320</sub>P<sub>175</sub>K<sub>145</sub> составляла 68,8 т/га (167 %). Наименьшая прибавка товарных корнеплодов по отношению к контролю была получена при увлажнении почвы на 0,0-0,6 м – 8,6 т/га и внесении N<sub>128</sub>P<sub>70</sub>K<sub>58</sub> (23,1 %). При уменьшении предполивной влажности почвы урожайность корнеплодов на контрольных вариантах без использования удобрений изменялась от 32,2 т/га (80-70-60 % НВ, 0,0...0,6 м) до 37,3 т/га (80-70-70 % НВ, 0,0...0,3 м). Наибольшая прибавка урожая по отношению к контролю была в вариантах при внесении N<sub>320</sub>P<sub>175</sub>K<sub>145</sub> с увлажнением на 0,0-0,3 м и 0,0-0,3-0,6 м – 62,8 – 62,5 т/га соответственно (80-70-70 % НВ). В среднем за 2005-2007 гг. самая высокая урожайность товарных корнеплодов столовой свеклы составляла 107-110 т/га при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80-80-70 % НВ с глубиной увлажнения почвы 0,0-0,3 м и 0,0-0,3-0,6 м при применении N<sub>320</sub>P<sub>175</sub>K<sub>145</sub> (рис. 1).



а) 80-80-70 % HB



б) 80-70-70 % HB



в) 80-70-60 % HB

Дозы внесения минеральных удобрений, кг д.в./га

■ 0,0...0,3 м ▨ 0,0...0,3...0,6 м □ 0,0...0,6 м

Рисунок 1 – Динамика урожайности столовой свеклы в среднем за 2005-2007 гг. по вариантам режима орошения

Количество доступной влаги и минеральных удобрений существенно влияют на качество товарных корнеплодов столовой свеклы. В результате исследований установлено, что наилучшие качественные показатели товарных корнеплодов столовой свеклы были в вариантах при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80-80-70 % НВ. Содержание сухих веществ на контрольном варианте без использования минеральных удобрений составляло: 16,8 % при увлажнении почвы на 0,0-0,3 м, 16,7 % – 0,0-0,3-0,6 м, 16,4 % – 0,0-0,6 м. В вариантах с различной глубиной увлажнения почвы при внесении минеральных удобрений  $N_{128} - 320P_{70} - 175K_{58} - 145$  содержание сухого вещества увеличивалось на 4-6 %, сахара – на 4-8 %, витамина С – на 10-13 мг %.

Содержание нитратов при влажности 80-80-70 % НВ не превышало нормы ПДК (1400 мг/кг). При снижении предполивной влажности до 80-70-70...80-70-60 % НВ содержание сухих веществ уменьшалось на 10-15 %, содержание сахаров – на 10-20 % и витамина С на 20-35 %, уровень нитратов во всех изучаемых вариантах увеличивался при внесении удобрений на 20-40 % (табл. 1).

### Выводы

1. За счет оптимизации основных урожаеобразующих факторов: при поддержании предполивного порога не ниже 80-80-70 % НВ с дифференцированной глубиной увлажнения почвы (0,0-0,3-0,6 м) и внесением  $N_{320}P_{175}K_{145}$  обеспечивается урожайность товарных корнеплодов 105,1-111,5 т/га.

2. Количество доступной влаги и минеральных удобрений существенно повлияло на качество товарных корнеплодов столовой свеклы. Установлено, что наилучшие качественные показатели товарных корнеплодов были при поддержании предполивной влажности не ниже 80-80-70 % НВ с дифференцированной глубиной увлажняемого слоя почвы и применением расчетных доз удобрений: содержание сухих веществ 16,7-17,8 %, сумма сахаров – 51,5-55,7 %, витамина С – 9,9-12,0 %, содержание нитратов 711-1201 мг/кг (ПДК 1400 мг/кг).

### Библиографический список

1. Минеев, В.Г. Агрохимия [Текст] / В.Г. Минеев. – М.: Колос, 2004. – 719 с.
2. Лысогоров, С.Д. Орошаемое земледелие [Текст] / С.Д. Лысогоров, В.А. Ушкаренко. – М.: Колос, 1995. – 447 с.
3. Авдонин, Н.С. Почвы, удобрения и качество растениеводческой продукции [Текст] / Н.С. Авдонин. – М.: Колос, 1979. – 302 с.

**E-mail:** kuznetsova-gidro.@ mail.ru

УДК 631.524.84:633.361:633.366:631.582 (470.44/47)

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ЭСПАРЦЕТА И ДОННИКА В ПОЛЕВЫХ  
СЕВООБОРОТАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**  
**SAINFOIN AND MELIOT PRODUCTIVITY IN THE LOWER VOL-  
GA AREA FIELD CROP ROTATION**

**А.В. Зеленев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**A.V. Zelenev**

*Volgograd state agricultural academy*

Возделывание донника на сидерат и эспарцета на сено в полевых биологизированных севооборотах подзоны каштановых почв Нижнего Поволжья является дополнительным и эффективным средством повышения их плодородия, увеличивает возврат органического вещества, элементов питания в почву, способствует экономному расходованию продуктивной влаги на единицу урожая.

Meliot on green grass and sainfoin on hay cultivation in the field biological crop rotation in the Lower Volga area chestnut soils is an additional and effective mean that increases its fertility, organic substances return, nutrient elements in the soil, and promotes to the economic moisture expenditure on a harvest unit.

**Ключевые слова:** эспарцет, донник, органическое вещество, элементы питания, коэффициенты водопотребления, урожайность.

**Key words:** sainfoin, meliot, organic matter, nutritious elements, water consumption coefficient, crop capacity.

В современных экономических условиях возникает необходимость совершенствования ранее разработанных зональных систем земледелия, перехода на более рациональные, малоресурсозатратные технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Решить эти проблемы можно за счет широкого применения биологических факторов повышения плодородия почвы: насыщения севооборотов многолетними травами, сидеральными культурами [1, 2].

Исследования проводили в ОНО ОПХ «Камышинское» Нижне-Волжского НИИСХ. Почва опытного участка каштановая тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 1,77-2,0 %.

В опыте изучали следующие севообороты с травами:

№ 1 – пятипольный зернопаротравяной севооборот: пар черный – озимая рожь – просо – ячмень+донник – донник на сидерат;

№ 2 – шестипольный зернопаротравянопропашной: пар черный – озимая рожь – горох – кукуруза на зерно – ячмень+донник – донник на сидерат;

№ 3 – шестипольный зернопаротравянопропашной: пар черный – озимая рожь – ячмень + донник – донник на сидерат – яровая пшеница – кукуруза на зерно;

№ 4 – восьмипольный зернопаротравянопропашной: пар черный – озимая рожь – горох – яровая пшеница – кукуруза на зерно – ячмень+эспарцет – эспарцет 1 г.п. – эспарцет 2 г.п.;

№ 5 – восьмипольный зернопаротравянопропашной: пар черный – озимая рожь – ячмень+эспарцет – эспарцет 1 г.п. – эспарцет 2 г.п. – яровая пшеница – горох – кукуруза на зерно.

В изучаемых севооборотах агротехника полевых культур общепринятая. Все пожнивно-корневые остатки эспарцета 2-го года пользования и сидеральную массу донника запахивали в почву.

Сумма среднегодовых осадков в области составляет 325 мм. Годы исследований 1997, 2002, 2003, 2004 были влажными, 2000, 2001 – средними по количеству осадков, 1995, 1996, 1998, 1999, 2005 – остро-засушливыми.

Многолетние бобовые травы, которые дают высокий урожай биомассы с повышенным содержанием азота, являются хорошими предшественниками, так как после них высвобождается большое количество минеральных веществ. Их положительное влияние сказывается в течение трех лет [3, 4].

Исследованиями установлено (табл. 1), что с растительными остатками донника в почву поступает до 3,87 т/га органического вещества в пятипольном и шестипольном севооборотах, где он запахивается под черный пар. В шестипольном севообороте, где донник вносится в пахотный слой в качестве сидерата под яровую пшеницу до 3,75 т/га, что на 3,1 % ниже первых вариантов. Следует отметить, что в почву поступает с надземной массой донника приблизительно в 1,5 раза больше органического вещества, чем с корнями.

Таблица 1 – Возврат органического вещества в пахотный слой почвы с растительными остатками трав, т/га (среднее за 1995-2005 гг.)

№ варианта	Культура	Возвращено в почву			
		надземная масса	стерня	корни	всего
1	Донник	2,32	-	1,55	3,87
2		2,28	-	1,59	3,87
3		2,19	-	1,56	3,75
4	Эспарцет	-	0,57	1,70	2,27
5	2-го г. п.	-	0,53	1,60	2,13



С эспарцетом, при выращивании его на сено, в почву возвращается только пожнивно-корневая масса этой культуры. Она значительно ниже, чем масса, поступающая с донником. Наибольшее количество растительных остатков поступает в восьмипольном севообороте, где эспарцет является предшественником озимой ржи – 2,27 т/га, что на 6,2 % выше, чем в таком же севообороте, но где эспарцет является предшественником яровой пшеницы. Причем доля корней, поступающих в почву, у эспарцета в 3 раза выше, чем стерни.

Как известно, у различных культур даже одного семейства колеблется не только количество корневых и пожнивных остатков, но и их химический состав (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание азота, фосфора и калия в растительных остатках трав, % от абсолютно-сухого вещества (среднее за 1995-2005 гг.)

№ варианта	Культура	Надземная масса			Корни		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	Донник	1,50	0,60	1,19	1,51	0,31	0,63
2		1,56	0,58	1,22	1,50	0,30	0,63
3		1,48	0,57	1,17	1,50	0,30	0,62
4	Эспарцет 2-го г. п.	1,70	0,52	1,32	1,52	0,37	0,72
5		1,70	0,53	1,32	1,52	0,37	0,72

Из таблицы видно, что содержание азота в надземной и корневой массе донника приблизительно одинаковое и соответственно составляет 1,48-1,56 и 1,50-1,51 %. У эспарцета второго года пользования содержание азота в надземной части повышается до 1,70 %, что на 0,18 % выше, чем в корневой массе.

Установлено, что содержание фосфора в надземной части донника накапливается в 1,9 раза больше, чем в его корнях. У эспарцета второго года пользования эти различия составляют 1,4 раза.

Содержание калия в надземной и корневой массе донника значительно ниже, чем у эспарцета соответственно в 1,1 и 1,1-1,2 раза.

Различное количество растительных остатков, возвратившееся с травами и содержание в них азота, фосфора и калия способствовало повышению возврата в почву основных элементов питания (табл. 3).

Как видно из таблицы, с надземной и корневой массой донника в пахотный слой почвы поступает азота от 55,8 до 59,4 кг/га, фосфора – от 17,2 до 18,7 кг/га и калия – от 35,3 до 37,8 кг/га.

Таблица 3 – Масса основных элементов питания, поступивших  
в слой почвы 0-0,3 м с растительными остатками трав, кг/га  
(среднее за 1995-2005 гг.)

№ вариан- та	Культура	Возвращено в почву		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	Донник	58,2	18,7	37,4
2		59,4	18,0	37,8
3		55,8	17,2	35,3
4	Эспарцет	35,5	9,2	19,7
5	2-го г.п.	33,3	8,7	18,5

С пожнивно-корневыми остатками эспарцета второго года пользования в почву возвращается меньше питательных элементов, чем с донником в связи с отчуждением с поля сена на кормовые цели. Масса азота колебалась от 33,3 до 35,5 кг/га, фосфора – от 8,7 до 9,2 кг/га, калия – от 18,5 до 19,7 кг/га.

Результаты исследований, проведенные по содержанию общего минерального азота в почве под донником и эспарцетом второго года пользования, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание минерального азота под донником  
и эспарцетом второго года пользования, N<sub>min</sub> мг/кг почвы  
(среднее за 1995-2005 гг.)

№ ва- рианта	Культура	Слой почвы, м	Весной при отрастании	При скашивании
1	Донник	0-0,25	42,5	18,1
		0,25-0,50	31,1	12,2
2		0-0,25	41,2	15,8
		0,25-0,50	30,5	11,3
3		0-0,25	39,2	12,7
		0,25-0,50	28,7	11,8
4	Эспарцет 2-го г. п.	0-0,25	54,8	15,3
		0,25-0,50	42,3	13,1
5		0-0,25	53,4	15,3
		0,25-0,50	39,4	12,5

Из таблицы видно, что к весеннему отрастанию донника наибольшее количество минерального азота в пахотном слое почвы формируется в пятипольном севообороте, где он высевался под покров ячменя по просу – 42,5 мг/кг, в подпахотном – 31,1 мг/кг почвы. Самое низкое количество

азота обеспечивается при возделывании донника в шестипольном севообороте, где он запахивается под яровую пшеницу в пахотном и подпахотном почвенных слоях соответственно 39,2 и 28,7 мг/кг почвы.

При скашивании донника на сидерат содержание минерального азота в пахотном и подпахотном почвенных слоях снижается и колеблется соответственно от 12,7 до 18,1 мг/кг и от 11,3 до 12,2 мг/кг почвы в зависимости от вариантов опыта.

Самое высокое содержание минерального азота под эспарцетом второго года пользования обеспечивается в восьмипольном севообороте, где его пожнивно-корневая масса запахивается под черный пар в пахотном и подпахотном слоях соответственно 54,8 и 42,3 мг/кг почвы.

При скашивании эспарцета второго года пользования содержание минерального азота значительно снижается по сравнению с весенним отрастанием и составляет в пахотном слое почвы 15,3 мг/кг, а в подпахотном колеблется от 12,5 до 13,1 мг/кг почвы.

Фосфорный режим почвы в посевах донника и эспарцета второго года пользования представлен в таблице 5.

Из таблицы видно, что к уборке донника содержание фосфора в пахотном слое почвы снижается по сравнению с весенним отрастанием. Самое высокое количество этого элемента отмечается в пятипольном севообороте при весеннем отрастании – 15,7 мг/кг, к уборке – 14,6 мг/кг почвы. В подпахотном слое почвы происходит максимальное накопление запасов фосфора под донником в этом же севообороте соответственно 10,4 и 12,4 мг/кг почвы.

Таблица 5 – Фосфорный режим почвы под донником и эспарцетом второго года пользования,  $P_2O_5$  мг/кг почвы (среднее за 1995-2005 гг.)

№ варианта	Культура	Слой почвы, м	Весной при отрастании	При скашивании
1	Донник	0-0,25	15,7	14,6
		0,25-0,50	10,4	12,4
2		0-0,25	14,3	13,3
		0,25-0,50	10,3	10,7
3	Эспарцет 2-го г. п.	0-0,25	14,0	12,3
		0,25-0,50	9,6	10,3
4		0-0,25	13,7	14,0
		0,25-0,50	12,0	12,5
5		0-0,25	13,4	13,8
		0,25-0,50	11,8	12,4

Наблюдения за фосфорным режимом почвы к уборке эспарцета второго года пользования показывают, что содержание этого элемента увеличивается по сравнению с весенним отрастанием и колеблется от 12,4 до 12,5 мг/кг почвы.

В засушливой зоне Нижнего Поволжья иссушающее действие многолетних трав на глубокие слои почвы не оказывает существенного влияния на урожай зерновых культур, следуемых по их пласту, корневая система которых залегает неглубоко [5, 6].

Возделывание эспарцета и донника в полевых биологизированных севооборотах способствует улучшению водного режима почв, снижает коэффициенты водопотребления этих культур (табл. 6).

Из таблицы видно, что отличий в водопотреблении донника в зависимости от различных вариантов опыта не наблюдается. Оно колеблется от 153,5 в пятиполье до 155,8 мм в шестиполье. Такая же закономерность прослеживается по коэффициентам водопотребления донника и окупаемости водных ресурсов урожайностью сухой массы.

Таблица 6 – Общее водопотребление и его коэффициенты у донника и эспарцета второго года пользования в 1,5 м слое почвы (среднее за 1993-2005 гг.)

Показатели	Донник			Эспарцет 2-го г.п.	
	1	2	3	4	5
Запас влаги при весеннем отрастании, мм	121,9	118,4	111,4	158,7	143,3
Запас влаги при скашивании, мм	46,5	40,7	35,6	35,0	25,3
Осадки периода, мм	78,1	78,1	78,1	78,6	78,6
Общее водопотребление, мм	153,5	155,8	153,9	202,3	196,6
Урожайность сухой массы, т/га	2,47	2,48	2,41	2,15	2,15
Коэффициент водопотребления, мм/т	62,1	62,8	63,9	94,1	91,4
Окупаемость водных ресурсов урожайностью, кг/мм	16,1	15,9	15,7	10,6	10,9

Общее водопотребление эспарцета второго года пользования в полутораметровом слое почвы возрастает по сравнению с донником. Оно колеблется от 196,6 до 202,3 мм. Эспарцет второго года пользования менее экономно расходует продуктивную влагу для создания урожая сена по сравнению с донником. Коэффициент водопотребления колеблется от 91,4 до 94,1 мм/т сена, окупаемость – от 10,6 до 10,9 кг/мм влаги.

Урожайность сухой массы донника представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Урожайность сухой массы донника  
по севооборотам, т/га

Год	№ севооборота			НСР <sub>05</sub>
	1	2	3	
1993	1,59	2,47	2,42	0,09
1994	5,00	4,65	4,60	0,09
1995	2,14	2,07	2,03	0,08
1996	2,02	1,53	1,74	0,08
1997	3,30	2,83	1,81	0,11
1998	1,25	1,96	1,93	0,07
1999	1,14	3,23	1,12	0,13
2000	2,32	2,72	2,84	0,08
2001	2,51	1,95	2,53	0,10
2002	1,61	1,61	1,70	0,07
2003	3,30	2,73	2,41	0,09
2004	4,30	2,90	4,40	0,12
2005	1,65	1,53	1,85	0,13
Среднее	2,47	2,48	2,41	-

Из таблицы видно, что самая высокая сухая масса донника формировалась в пятипольном севообороте в 1994 г. – 5,0 т/га, самая низкая – в 1999 г. при возделывании донника в шестипольном севообороте, где он является предшественником яровой пшеницы – 1,12 т/га. В среднем за годы исследований наибольшая урожайность сухой массы донника обеспечивается в шестипольном севообороте, где он запахивается в почву под черный пар – 2,48 т/га, наименьшая также в шестипольном севообороте, но там, где его сидеральная масса поступает в почву под яровую пшеницу – 2,41 т/га, что на 0,07 т/га ниже, чем в первом варианте.

Анализ таблицы 8 показывает, что урожайность сена эспарцета второго года пользования ниже, чем урожайность сухой массы донника.

Самая высокая урожайность была у эспарцета второго года пользования в 2000 г. при возделывании его в севообороте, где он является предшественником яровой пшеницы – 4,03 т/га, самая низкая – в 2004 г. в этом же севообороте. В среднем за 1993-2005 гг. урожайность сена эспарцета второго года пользования была одинаковой и равнялась 2,15 т/га.

Таблица 8 – Урожайность сена эспарцета второго года пользования по севооборотам, т/га

Год	№ севооборота		НСР <sub>05</sub>
	4	5	
1993	2,11	2,17	0,06
1994	1,60	1,60	-
1995	2,90	2,93	-
1996	2,94	2,72	0,16
1997	1,60	1,61	-
1998	1,42	1,44	-
1999	2,34	2,24	0,03
2000	3,94	4,03	0,08
2001	1,15	1,12	0,03
2002	1,65	1,73	0,02
2003	2,44	2,62	0,18
2004	1,70	0,80	0,02
2005	2,23	2,98	0,13
Среднее	2,15	2,15	-

Таким образом, возделывание донника на сидерат и эспарцета на сено в полевых биологизированных севооборотах подзоны каштановых почв Нижнего Поволжья является дополнительным и эффективным средством повышения их плодородия, увеличивает возврат органического вещества, основных элементов питания в почву, способствует экономному расходованию продуктивной влаги на единицу урожая.

#### Библиографический список

1. Денисов, К.Е. Формирование продуктивных агрофитоценозов зерновых культур и повышение плодородия каштановых почв под влиянием биомелиорации в сухостепной части Заволжья [Текст]: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук: 06.01.09 и 06.01.02 / Денисов Константин Евгеньевич. – Саратов, 2009. – 44 с.
2. Караваев, М.А. Влияние многолетних трав на урожайность зерновых культур и плодородие светло-каштановой почвы в Восточной зоне Ростовской области [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Караваев Михаил Александрович. – Волгоград, 2005. – 22 с.
3. Корляков, Н.А. Агрономия с основами ботаники: учебник [Текст] / Н.А. Корляков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 423 с.
4. Растениеводство [Текст]: учеб. для вузов / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов и др. / Под ред. П.П. Вавилова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.
5. Шульмейстер, К.Г. Борьба с засухой и урожай [Текст] / К.Г. Шульмейстер. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 263 с.
6. Шульмейстер, К.Г. Избр. тр. В 2 т. Т. 2 [Текст] / К.Г. Шульмейстер. – Волгоград: Комитет по печати, 1995. – 480 с.

**E-mail:** agrovgsa@mail.ru

## ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

---

УДК: 636.4.085.8

**ВЛИЯНИЕ АДАПТОГЕНА СТРЕСС-КОРРЕКТОРА НА  
БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ СВИНЕЙ,  
ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН**  
**SRTESS-PROOFREADER ADAPTOGENE INFLUENCE ON PIGS  
BLOOD BIOCHEMICAL INDICIES CHARACTERISING  
ALBUMINOUS METABOLISM**

**А.А. Ряднов**, кандидат биологических наук, доцент  
**Е.В. Петухова**, старший преподаватель

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**В.В. Саломатин**, доктор сельскохозяйственных наук

*ГУ Волгоградский научно-исследовательский технологический институт  
мясомолочного скотоводства и переработки продукции животноводства Россельхозакадемии*

**A.A. Ryadnov, E.V. Petuhova**

*Volgograd state agricultural academy*

**V.V. Salomatina**

*State Institution Volgograd scientific-research technological institute of meat and milk cattle breeding  
and cattle breeding products processing of Russian Agricultural Academy*

В данной статье приведены результаты исследований по влиянию препарата «Селенопиран» на показатели крови молодняка свиней крупной белой породы, характеризующие белковый обмен в организме.

Research results on the preparation «Selenopiran» influence on young pigs of large white breed, blood indices characterizing albuminous metabolism in the organism are given in the article.

**Ключевые слова:** кровь, белковый обмен, свиньи, «Селенопиран».

**Key words:** blood, albuminous metabolism, pigs, «Selenopiran».

Высокопроизводительные технологии, применяемые в свиноводстве, создают большое количество стрессовых ситуаций для развивающегося молодого, еще не окрепшего организма поросенка. Особенно это проявляется, когда животных необходимо перегруппировывать и переводить из одних помещений в другие. Это происходит при отъеме от свиноматок поросят-сосунов, при переводе их на доращивание, а затем на откорм.

В связи с этим, **целью** настоящей работы являлось изучение влияния стресс-адаптора «Селенопиран» на биохимические показатели крови свиней, характеризующие белковый обмен.

Важная биологическая роль селена в организме практически не вызывает сомнения. Он содержится во всех органах и тканях, стимулирует рост и развитие животных, участвует в фотохимических реакциях, светоощущении и т.д. [1].

До настоящего времени селен добавляли в комбикорм в основном в виде неорганического препарата – селенита натрия, но сейчас все больший интерес представляет использование органических соединений этого микроэлемента – менее токсичных и обладающих лучшей всасываемостью в кишечнике животных [4].

**Материал и методы.** Научно-хозяйственный опыт был проведен на промышленном свиномкомплексе на 108 тыс. голов КХК ЗАО «Краснодонское» Иловлинского района Волгоградской области.

Для проведения опыта по принципу пар-аналогов были сформированы две группы поросят крупной белой породы в возрасте 25 дней по 25 голов в каждой. В главный период опыта животные контрольной группы получали основной рацион (ОР); опытной – ОР + «Селенопиран» (из расчета 0,20 мг чистого селена на 1 кг комбикорма).

Поросятам селенорганический препарат «Селенопиран» в качестве стресс-адаптора вводили в основной рацион за 10 дней до отъема их от свиноматок и продолжали скормливать до достижения животными живой массы 23-25 кг. В дальнейшем на доращивании и откорме подсвинков изучали последствие данного стресс-корректора на биохимические показатели крови, характеризующие белковый обмен.

Основной рацион для молодняка свиней на подсосе, доращивании и откорме состоял из полнорационных комбикормов: СК-3, СК-4, СК-5, СК-6 и СК-7.

Балабаев Н.А. (1972) [2], Кондрахин И.П., Н.В. Курилов, Малахов А.Г. и др. (1985) [3] сообщают, что белки крови поддерживают постоянство осмотического давления, рН крови, уровень катионов в ней; они также принимают участие в регулировании кислотно-щелочного равновесия, синтезе ферментов и гормонов, в транспортировке по организму различных веществ, играют важную роль в образовании иммунитета, комплексов с липидами, углеводами и гормонами.

Исходя из этого, нами в научно-хозяйственном опыте изучался вопрос влияния стресс-адаптора «Селенопиран» на белковый обмен свиней. Важнейшим показателем, характеризующим белковый обмен в



организме животных, является содержание общего белка и белковых фракций в сыворотке крови.

С целью изучения влияния селенорганического препарата «Селенопиран» в качестве стресс-корректора у подопытного молодняка свиней в 110- и в 238-дневном возрасте в сыворотке крови определяли количество общего белка и его фракций.

**Результаты исследований, обсуждение.** В результате исследований установлено, что стресс-корректор «Селенопиран» оказывает благоприятное влияние на белковый обмен молодняка свиней на доращивании и откорме (табл. 1).

Таблица 1 – Возрастная динамика общего белка в сыворотке крови подопытных животных, г/л

Возраст свиней, дней	Группа	
	контрольная	опытная
110	75,22±0,55	78,09±0,85
238	78,89±0,84	82,47±0,78

Так, молодняк свиней опытной группы в 110-дневном возрасте превосходил по содержанию общего белка в сыворотке крови аналогов контрольной группы на 2,87 г/л (3,81 %), в 238-дневном возрасте – на 3,58 г/л (4,54 %).

Изучение закономерностей обмена сывороточного альбумина дает представление об интенсивности и направленности белкового обмена (табл. 2).

В исследованиях установлено, что в 110-дневном возрасте у подсвинков опытной группы абсолютное содержание альбуминов в сыворотке крови было выше по сравнению с животными контрольной группы на 1,59 г/л или 4,73 %. Аналогичное увеличение произошло и в 238-дневном возрасте – на 1,80 г/л или 5,33 %.

Данные исследований по абсолютному содержанию глобулинов в сыворотке крови подопытных свиней свидетельствуют о том, что их уровень в процессе роста и развития повысился в контрольной группе на 8,56, в опытной группе – на 9,47 %.

Наиболее высокая концентрация глобулинов установлена у свиней опытной группы и в 110-дневном возрасте она составила 42,87 г/л, что на 1,27 г/л (3,05 %) выше по сравнению с подсвинками контрольной группы. Аналогичная закономерность по данному показателю у подопытных животных отмечается и в 238-дневном возрасте. Количество глобулинов у подсвинков опытной группы было выше на 1,11 г/л или 2,48 %.

Таблица 2 – Возрастная динамика альбуминов  
и глобулинов в сыворотке крови подопытных животных

Группа	Альбумины		Глобулины		А/Г коэффици- циент
	г/л	относи- тельные %	г/л	относи- тельные %	
Подсвинки 110-дневного возраста					
кон- трольная	33,62±0,86	44,70±0,81	41,59±0,31	55,30±0,81	0,81±0,03
опытная	35,22±0,56	45,10±0,38	42,87±0,45	54,90±0,38	0,82±0,01
Подсвинки 238-дневного возраста					
контроль- ная	33,92±0,50	43,00±0,25	44,97±0,41	57,00±0,25	0,75±0,01
опытная	36,39±0,71	44,13±0,47	46,08±0,25	55,87 ± 0,47	0,79±0,01

Альбуминно-глобулиновый коэффициент определяет физико-химическую активность крови и в значительной степени характер и интенсивность обмена веществ в организме. Этот показатель был несколько выше у подсвинков опытной группы.

На основании проведенных биохимических исследований крови следует, что использование селенорганического препарата «Селенопир-ран» в качестве стресс-корректора в рационах свиней способствует повышению общего белка, альбуминов и глобулинов в сыворотке крови подсвинков опытной группы в сравнении с контролем.

#### Библиографический список

1. Абдрафиков, А.Р. Эффективность использования биологически активных веществ нового поколения в комбикормах для свиней [Текст]: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. / А.Р. Абдрафиков. – Дубровицы, Московской области, 2006. – 34 с.
2. Балабаев, Н.А. Морфологические и биохимические показатели крови молодняка костромской породы [Текст] / Н.А. Балабаев // Повышение породно-продуктивных качеств скота костромской породы: тр. ин-та / Костромской СХИ. – Кострома, 1972. – Вып. 36. – С. 116-121.
3. Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии [Текст]: справоч. изд. / И.П. Кондрахин, Н.В. Курилов, А.Г. Малахов, и др. – М.: Агропромиздат, 1985. – 287 с.
4. Шабунин, С. Эффективность неорганических и органических препаратов селена при откорме свиней [Текст] / С. Шабунин, В. Беляев, Ю. Балым // Свиноводство. – 2007. – № 5. – С. 22-24.

**E-mail:** zoovetdip@mail.ru

УДК: 636.4.033:087.8

**МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ  
ОТКАРМЛИВАЕМЫХ СВИНЕЙ ПРИ ВВЕДЕНИИ  
В РАЦИОНЫ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА  
FATTENED PIGS MEAT PRODUCTIVITY AT FERMENT  
PREPARATION IMPLEMENT IN RATIONS**

**А.Ф. Злепкин**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**В.А. Злепкин**, кандидат биологических наук, доцент

**Д.А. Злепкин**, кандидат биологических наук, доцент

**А.К. Александрович**, старший преподаватель

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**A.F. Zlepkin, V.A. Zlepkin, D.A. Zlepkin, A.K. Aleksandrovich**

*Volgograd state agricultural academy*

Исследованиями установлено, что скормливание различных доз целловиридина-В Г20х молодняку свиней на откорме способствует повышению продуктивности и улучшению биологической ценности мяса.

By researches it is established that feeding of various doses tselloviridina-B G20x to young growth of pigs promotes efficiency and improvement of biological value of meat.

**Ключевые слова:** *целловиридин, ферментный препарат, мясная продуктивность.*

**Keywords:** *tselloviridin, a fermental preparation, meat efficiency.*

Исследования были проведены в КХК ЗАО «Краснодонское» Иловлинского района Волгоградской области.

Для проведения научно-хозяйственного опыта по принципу пар-аналогов были сформированы четыре группы подсвинков крупной белой породы в возрасте 112 дней по 25 голов в каждой с живой массой: в контрольной – 40,16, I опытной – 39,84, II опытной – 39,94 и III опытной – 40,35 кг. Продолжительность научно-хозяйственного опыта составила 130 дней, в том числе: подготовительный период – 10, переходный – 5, главный – 115 дней.

Рационы для подопытных животных были составлены по нормам ВИЖ (Калашников А.П. и др., 2003) и корректировались по периодам откорма в зависимости от возраста, живой массы, интенсивности роста с учетом химического состава и питательности комбикорма.

В кормлении подопытных животных были использованы полнорационные комбикорма: в первый период откорма – СК-6, во второй период – СК-7.

В течение предварительного периода научно-хозяйственного опыта подсинки всех групп получали хозяйственный рацион. В переходный период животным контрольной группы осуществляли дачу хозяйственного рациона, а молодняк I, II и III опытных групп приучали к испытываемым рационам, в состав которых был введен ферментный препарат целловиридин-В Г20х. В главный период научно-хозяйственного опыта животные контрольной группы получали хозяйственный рацион (ХР), I опытной – ХР + целловиридин-В Г20х в количестве 80 г на 1 т комбикорма, II опытной – ХР + целловиридин-В Г20х из расчета 100 г на 1 т комбикорма, III опытной группы – ХР + целловиридин-В Г20х в количестве 120 г на 1 т комбикорма.

Условия содержания подопытных животных на протяжении всего научно-хозяйственного опыта были одинаковыми.

Одним из важнейших показателей, характеризующих рост и развитие животного, является живая масса.

В результате проведенных исследований было установлено, что использование в рационах ферментного препарата целловиридина-В Г20х положительно повлияло на изменение живой массы откармливаемых подсвинков.

За главный период научно-хозяйственного опыта абсолютный прирост живой массы молодняка свиней контрольной группы составил 71,26 кг, I опытной – 75,72 кг, II опытной – 78,21 кг, III опытной – 78,24 кг, что больше по сравнению с подсинками контрольной группы соответственно на 4,46 (6,26 %;  $P<0,01$ ); 6,95 (9,75 %;  $P<0,001$ ) и 6,98 кг (9,80 %;  $P<0,001$ ).

Животные I, II и III опытных групп в конце опыта по живой массе превосходили аналогов контрольной группы соответственно на 4,44 (3,72 %;  $P<0,01$ ); 6,73 (5,63 %;  $P<0,001$ ) и 7,14 кг (9,80 %;  $P<0,001$ ).

Результаты контрольного убоя показали, что введение в состав рационов ферментного препарата целловиридина-В Г20х оказало положительное влияние на формирование мясной продуктивности животных опытных групп.

Данные контрольного убоя свидетельствуют о том, что предубойная живая масса подсвинков I, II и III опытных групп в сравнении

с животными контрольной группы была выше соответственно на 4,13 (3,60 %); 6,30 (5,48 %;  $P<0,05$ ) и 6,63 кг (5,77 %;  $P<0,05$ ).

В ходе исследований также установлено, что по убойной массе молодняк свиней I, II и III опытных групп превосходил животных контрольной группы на 3,27 (4,36 %); 6,0 (8,01 %;  $P<0,05$ ) и 6,14 кг (8,19 %;  $P<0,05$ ) соответственно. Аналогичная закономерность у подопытных животных наблюдалась и по массе парной туши. Подсвинки I, II и III опытных групп превосходили и по массе парной туши аналогов контрольной группы соответственно на 3,10 (4,30 %); 5,77 (8,01 %;  $P<0,05$ ) и 5,87 кг (8,15 %;  $P<0,05$ ). Преимущество животных III опытной группы по данному показателю над подсвинками I опытной группы составило 2,77 кг, или 3,69 %, II опытной – 0,10 кг, или 0,13 %.

У подсвинков контрольной группы убойный выход составил 65,23 %, что на 1,56 % ( $P<0,05$ ) меньше, чем у аналогов II опытной группы, и на 1,49 % – в сравнении с животными III опытной группы. Существенной разницы по изучаемому показателю между подсвинками контрольной и I опытной групп не выявлено.

При этом молодняк свиней I, II и III опытных групп по выходу туши превосходил животных контрольной группы соответственно на 0,43; 1,51 ( $P<0,05$ ) и 1,41 %. Кроме того, установлено также превосходство подсвинков опытных групп и по площади «мышечного глазка». Площадь «мышечного глазка» у животных I, II и III опытных групп была больше в сравнении с подсвинками контрольной группы соответственно на 0,97 (3,24 %); 1,30 (4,34 %;  $P<0,05$ ) и 1,44 см<sup>2</sup> (4,81 %;  $P<0,05$ ).

Между подсвинками опытных групп преимущество по площади «мышечного глазка» имели животные III группы, которые превосходили по изучаемому показателю аналогов I и II групп соответственно на 0,47 см<sup>2</sup> или 1,52 %, и 0,14 см<sup>2</sup> или 0,45 %.

Одним из важных показателей, характеризующих ценность туши, является выход мяса после обвалки. В процессе исследований установлено, что подсвинки I, II и III опытных групп, получавшие ферментный препарат, превосходили аналогов контрольной группы по массе охлажденной туши на 3,13 (4,43 %); 5,70 (8,08 %;  $P<0,05$ ) и 5,83 кг (8,26 %;  $P<0,05$ ), по массе мяса – на 2,79 (7,04 %); 4,54 (11,45 %;  $P<0,05$ ) и 4,77 кг (12,03 %;  $P<0,05$ ) соответственно (табл. 1).

В сравнении с животными контрольной группы преимущество подсвинков I, II и III опытных групп по выходу мяса в тушах составило соответственно 1,40 ( $P<0,05$ ); 1,76 ( $P<0,05$ ) и 1,96 % ( $P<0,05$ ). Туши жи-

вотных I, II и III опытных групп отличались меньшим выходом сала, и по данному показателю они уступали аналогам контрольной группы соответственно на 1,10; 1,26 ( $P < 0,05$ ) и 1,16 %.

Таблица 1 – Морфологический состав туш  
подопытных подсвинков (n=3)

Показатель	Группа			
	контроль- ная	I опытная	II опытная	III опыт- ная
Масса охлажден- ной туши, кг	70,57±1,13	73,70±1,34	76,27±1,07	76,40±1,40
Масса мяса, кг	39,64±0,90	42,43±0,87	44,18±0,72	44,41±0,92
Выход мяса, %	56,17±0,38	57,57±0,23	57,93±0,14	58,13±0,23
Масса сала, кг	22,67±0,25	22,87±0,28	23,55±0,24	23,66±0,26
Выход сала, %	32,13±0,18	31,03±0,42	30,87±0,23	30,97±0,39
Масса костей, кг	8,26±0,02	8,40±0,30	8,54±0,17	8,33±0,31
Выход костей, %	11,70±0,21	11,40±0,21	11,20±0,11	10,90±0,21
Индекс мясности	4,80	5,05	5,17	5,33
Выход мяса на 100 кг предубойной живой массы, кг	34,51	35,66	36,46	36,55

По индексу мясности подсвинки контрольной группы уступали аналогам I опытной группы на 5,21 %, II опытной – на 7,71 %, III опытной – на 11,04 %.

При этом животные I, II и III опытных групп превосходили подсвинков контрольной группы по выходу мяса в туше на 100 кг предубойной живой массы соответственно на 1,15; 1,95 и 2,04 кг.

Таким образом, использование в рационах молодняка свиней на откорме ферментного препарата целловиридина-В Г20х способствует повышению интенсивности роста и мясной продуктивности животных.

#### Библиографический список

1. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных [Текст]: справоч. пособие / А.П. Калашников, В.И. Фисинин, В.В. Щеглов [и др.] / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М., 2003. – 456 с.

**E-mail:** [zenina.76@mail.ru](mailto:zenina.76@mail.ru)

УДК: 636.4.612.015.3:636.4.087.72

**ВЛИЯНИЕ СЕЛЕНОРГАНИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ  
НА ПЕРЕВАРИМОСТЬ И РАЗВИТИЕ  
ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ СВИНЕЙ**

**SELENIUM-ORGANIC PREPARATIONS INFLUENCE ON PIGS  
INTERNAL DIGESTIBILITY AND DEVELOPMENT**

**А.Ф. Злепкин**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**А.С. Шперов**, кандидат сельскохозяйственных наук, ст. преподаватель

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**A.F. Zlepkin, A.S. Shperov**

*Volgograd state agricultural academy*

В результате исследований установлено, что включение в состав рационов подсвинков селенорганических препаратов способствовало повышению переваримости питательных веществ корма, что обеспечило лучшее развитие сердечно-сосудистой и дыхательной систем у животных.

As a result of researches it is established that inclusion in structure of diets of pigs of selenium-organic preparations promoted increase of digestibility and use of nutrients of a forage that has provided to the best development of cardiovascular and respiratory systems in animals.

**Ключевые слова:** селен, питательные вещества, свиньи, внутренние органы.

**Keywords:** selenium, nutrients, pigs, an internal.

Исследования были проведены в КХК ЗАО «Краснодонское» Иловлинского района Волгоградской области.

Для проведения научно-хозяйственного опыта были сформированы три группы поросят в возрасте 45 дней по 25 голов в каждой. Продолжительность научно-хозяйственного опыта составила 197 дней, в том числе: подготовительный период – 10 дней, переходный – 5, главный – 182.

В кормлении подопытных животных были использованы полнорационные комбикорма: в период доращивания – СК-5, а в период откорма – СК-6 и СК-7.

Рационы для молодняка свиней на доращивании и откорме были разработаны по нормам ВИЖ, корректировались по периодам выращивания и рассчитывались для получения на откорме 550-600 г среднесуточного прироста живой массы.

В главный период научно-хозяйственного опыта животные контрольной группы получали основной рацион (ОР), I опытной – ОР + ДАФС-25 из расчета 0,889 мг на 1 кг комбикорма, II опытной – ОР + СП-1 в количестве 0,833 мг на 1 кг комбикорма.

Условия содержания подопытных животных на протяжении всего научно-хозяйственного опыта были одинаковыми.

Применение селенорганических препаратов ДАФС-25 и СП-1 в рационах молодняка свиней должно основываться на глубоком изучении их влияния на усвояемость питательных веществ кормов, развитие внутренних органов животных.

На переваримость и использование питательных веществ корма оказывают влияние множество факторов, среди которых важное значение отводится минеральным веществам (Лапшин С.А. и др., 1988).

С целью изучения влияния селенорганических препаратов ДАФС-25 и СП-1 на переваримость питательных веществ рационов нами на фоне научно-хозяйственного опыта был проведен физиологический опыт (табл. 1).

Таблица 1 – Переваримость питательных веществ рационов, баланс и использование азота, кальция и фосфора подопытными подсвинками (n=3)

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Коэффициенты переваримости питательных веществ рационов			
Сухое вещество	77,17±0,62	79,00±0,15	79,31±0,32
Органическое вещество	79,55±0,63	81,37±0,15	81,68±0,32
Сырой протеин	72,06±0,42	73,80±0,23	74,00±0,17
Сырой жир	53,98±0,34	55,41±0,45	56,07±0,51
Сырая клетчатка	34,13±0,22	35,54±0,46	35,83±0,50
БЭВ	87,13±0,18	88,40±0,51	89,20±0,56
Баланс и использование азота на прирост живой массы			
Отложено в теле, г	20,70±0,35	22,12±0,21	22,42±0,19
Использовано, % от принятого	25,67±0,44	27,43±0,26	27,80±0,24
от переваренного	35,62±0,61	37,16±0,36	37,57±0,32
Баланс и использование кальция			
Отложено в теле, г	11,97±0,08	12,21±0,13	12,37±0,09
Использовано от принятого, %	42,76±0,27	43,61±0,46	44,19±0,33
Баланс и использование фосфора			
Отложено в теле, г	7,70±0,06	7,95±0,13	8,00±0,12
Использовано от принятого, %	36,36±0,31	37,53±0,61	37,76±0,59



В результате исследований установлено, что коэффициент переваримости сухого вещества у подсвинков I опытной группы по сравнению с аналогами контрольной группы повысился на 1,83 % ( $P<0,05$ ), у животных II опытной группы – на 2,14 % ( $P<0,05$ ); органического вещества – на 1,82 ( $P<0,05$ ) и 2,13 % ( $P<0,05$ ); сырого протеина – на 1,74 ( $P<0,05$ ) и 1,94 % ( $P<0,05$ ); сырого жира – на 1,43 и 2,09 % ( $P<0,05$ ); сырой клетчатки – на 1,41 и 1,70 % ( $P<0,05$ ); БЭВ – на 1,27 и 2,07 % ( $P<0,05$ ) соответственно по группам.

Между животными опытных групп преимущество по переваримости питательных веществ рациона установлено во II группе. Подсвинки II группы лучше переваривали сухое вещество на 0,31 %, чем молодняк свиней I группы, органическое вещество – на 0,31 %, сырой протеин – на 0,20 %, сырой жир – на 0,66 %, сырую клетчатку – на 0,29 %, БЭВ – на 0,80 %.

Баланс азота у подопытных животных всех групп был положительным. В теле животных I и II опытных групп азота отложилось больше по сравнению с аналогами контрольной группы соответственно на 1,42 (6,86 %;  $P<0,05$ ) и 1,72 г (8,31 %;  $P<0,05$ ). Использование азота от принятого его количества с кормом у молодняка свиней I и II опытных групп было выше соответственно на 1,76 ( $P<0,05$ ) и 2,13 % ( $P<0,05$ ) по сравнению с подсвинками контрольной группы.

У животных II опытной группы использование азота от переваренного по сравнению с аналогами контрольной и I опытной групп было выше соответственно на 1,95 ( $P<0,05$ ) и 0,41 %. По данному показателю подсвинки I опытной группы превосходили контроль на 1,54 %.

В теле животных I и II опытных групп кальция откладывалось больше соответственно на 0,24 (2,0 %) и 0,40 г (3,34 %;  $P<0,05$ ). Использование кальция от принятого его количества с кормом у подсвинков опытных групп также было выше, чем у аналогов контрольной группы, на 0,85 и 1,43% ( $P<0,05$ ) соответственно.

При этом отложение фосфора в теле животных I опытной группы было выше на 0,25 г (3,25 %) и II опытной – на 0,30 г (3,90 %) в сравнении с аналогами контрольной группы. По использованию фосфора от принятого с кормом превосходство молодняка свиней I и II опытных групп над подсвинками контрольной группы составило соответственно 1,17 и 1,40 %.

При проведении опыта нами было изучено влияние селенорганических препаратов ДАФС-25 и СП-1 на развитие внутренних органов молодняка свиней. По степени развития внутренних органов можно судить об интенсивности обменных процессов в организме подопытных животных.

Данные абсолютной и относительной массы внутренних органов свидетельствуют об их нормальном развитии.

Анализируя полученные данные, следует отметить, что у подсвинков, получавших селенорганические препараты ДАФС-25 и СП-1, масса внутренних органов была более высокой по сравнению с аналогами из контрольной группы.

В исследованиях установлено, что животные I и II опытных групп имели более высокую живую массу в конце опыта, по массе легких превосходили подсинки контрольной группы соответственно на 6,86 % ( $P<0,05$ ) и 9,82 % ( $P<0,01$ ); селезенки – на 8,65 и 10,23 % ( $P<0,05$ ); печени – на 7,06 % ( $P<0,01$ ) и 11,95 % ( $P<0,01$ ), почек – на 10,53 и 14,36 %.

Увеличение массы легких и селезенки у подсвинков опытных групп при поступлении в их организм добавок селена свидетельствует об улучшении процессов дыхания и кроветворения.

Масса сердца животных опытных групп была практически одинаковой и превышала контроль на 25,86 и 38,35 г ( $P<0,05$ ).

Таким образом, в исследованиях установлено, что введение в рационы молодняка свиней на доращивании и откорме селенорганических препаратов ДАФС-25 и СП-1 способствовало повышению переваримости и использования питательных веществ корма, лучшему развитию сердечно-сосудистой и дыхательной систем у животных опытных групп.

#### Библиографический список

1. Новое в минеральном питании сельскохозяйственных животных [Текст] / С.А. Лапшин, Б.Д. Кальницкий, В.А. Кокорев, А.Ф. Крисанов. – М.: Росагропромиздат, 1988. – С. 32.

**E-mail:** [zenina.76@mail.ru](mailto:zenina.76@mail.ru)

## АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

---

УДК 631.331

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО СОШНИКА ДЛЯ ВЫСЕВА ПРОРАЩЕННЫХ СЕМЯН БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

### STREAMLINED SHOVEL FOR MELONS AND GOURDS GERMINATED SEEDS SOWING WORK RESEARCH

**А.Н. Цепляев**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Е.Т. Русяева**, аспирант

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**A.N. Tsepljaev, E.T. Rusjaeva**

*Volgograd state agricultural academy*

В данной статье представлены основные технологические параметры работы модернизированного сошника (повреждение ростков семян, вакуум, скорость семени на выходе и т. д.), обеспечивающие устойчивость процесса посева проросших семян.

Streamlined shovel basic work technological parameters (seeds sprouts' damage, vacuum, seed speed on going out, etc) providing germinated seeds sowing process stability are given in this article.

**Ключевые слова:** *пророщенные семена, модернизированный сошник, повреждение ростков семян, скорость семени на выходе, вакуум.*

**Key words:** *germinated seeds, streamlined shovel, seeds sprouts' damage, seed speed on going out, vacuum.*

Бахчеводство на территории РФ развито с глубокой древности. Промышленное бахчеводство возникло в середине XIX века, когда бахчевые культуры заняли значительное место в Нижнем Поволжье и на Кубани. В последние десятилетия границы бахчеводства продвинулись на север и восток. Посевная площадь в РФ на данный момент составляет 100 тыс. га. Основные районы возделывания – Среднее и Нижнее Поволжье, Северный Кавказ, Западная Сибирь.

Бахчевые являются культурой массового и универсального использования, плоды которых относятся к деликатесным, диетическим пищевым продуктам. Они характеризуются высокими вкусовыми и питательными качествами из-за большого содержания хорошо усвояемых организмом человека углеводов.

Одной из основных технологических операций является посев, от своевременности которого зависит количество и качество урожая бахчевых.

Наиболее эффективным приемом, обеспечивающим получение ранней продукции, является посев пророщенными семенами.

В настоящее время посев пророщенных семян осуществляется сеялками точного высева с индивидуальным отбором семян ложечками высевающего аппарата с различными семяпроводами.

Главным недостатком таких семяпроводов является большое количество повреждений от ударов по стенкам семяпровода, а также прилипание к ним.

Для устранения данных недостатков в лаборатории кафедры «Сельскохозяйственные машины» Волгоградской ГСХА разработан сошник с семяпроводом усовершенствованной конструкции (рис. 1).

Посев осуществляется следующим образом. При движении по полю бороздообразователь 1 разрезает верхний слой почвы и растительные остатки, образуя бороздку во влажном слое почвы.

Семена, подаваемые высевающим аппаратом 5, поступают в уловитель 2 и расширительную камеру семяпровода 3, в которой образуется вакуум из-за воздуха, подаваемого через трубку 4. Семена, захваченные потоком воздуха, направляются в борозду, образованную сошником и укрываются влажным слоем почвы.

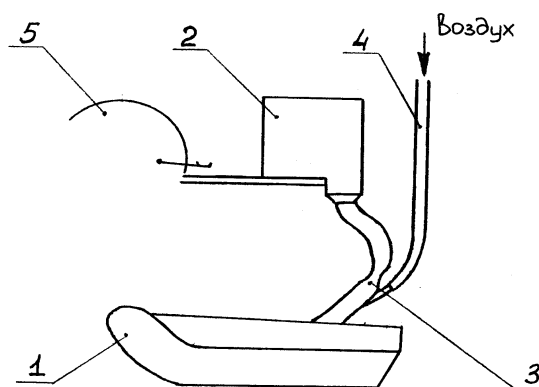


Рисунок 1 – Схема сошника для высева пророщенных семян бахчевых культур

1 – бороздообразователь; 2 – уловитель; 3 – семяпровод;  
4 – трубка для подачи воздуха под давлением; 5 – высевающий аппарат

Экспериментальные исследования проводились на лабораторной установке с целью оптимизации параметров, определяющих снижение повреждения ростков при посеве и исключение пропусков.

Зависимость повреждения проростков семян от разрежения воздуха, создаваемого в начале семяпровода (рис. 2), определялась с помощью

v-образного манометра, выполненного из прозрачной трубки ПВХ, один конец которой перпендикулярно подсоединялся к семяпроводу.

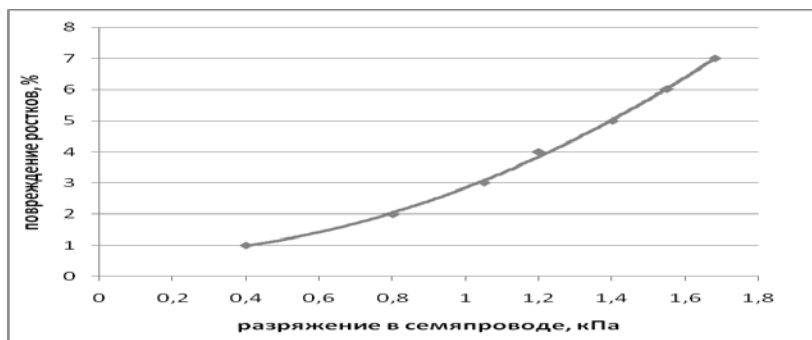


Рисунок 2 – Зависимость повреждения ростков семян от разряжения

Результаты исследований показали, что минимальные повреждения ростков возможны при разряжении  $H=0,5 \dots 1,0$  кПа, при  $H < 0,4$  кПа не создавался достаточный вакуум для улавливания и транспортировки пророщенных семян.

Изучалась зависимость повреждений ростков и от скорости семени на выходе из семяпровода для сортов Холодок и Кримсон Суит (рис. 3), оптимальные результаты получены  $v=1,3 \dots 2,5$  м/с и  $v=0,7 \dots 1,7$  м/с соответственно.

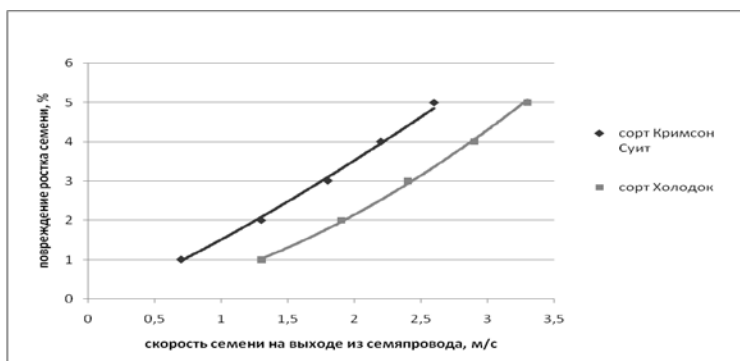


Рисунок 3 – Зависимость повреждений ростков от скорости семени на выходе

Практически зависимость сводилась к определению давления и скорости семени на выходе из семяпровода, которые обеспечивают работоспособность устройства. Сдвиг давления и скорости в сторону повышения приводит к росту повреждаемости ростков семян.

По данным Эситашвили Г.Л. [1], в начале образования завязей стержневой корень проникает на глубину 1 м и более. При развитии корня направляются в сторону большей влажности, а именно вглубь.

Для изучения развития корневой системы нами проводились опыты с применением искусственного обогрева и без него.

В качестве обогрева использовалась лампа направленного действия (100 Вт), представляющая собой стеклянную колбу, на внутреннюю поверхность которой нанесено зеркальное покрытие, обеспечивающее нормальное светораспределение. С помощью лампы добивались прогревания почвы.

Пророщенные семена высевались в две прозрачные емкости, высотой 220 мм, на дно которых укладывался лед. Посев пророщенных семян (длина ростка  $L_p=10$  мм) производился на горизонты 2, 4, 6, 8, 10 см. Высота установки лампы направленного действия составила 15 см.

Наблюдения и замеры корневой системы, а также температуры почвы на различных горизонтах проводились каждые 24 часа.

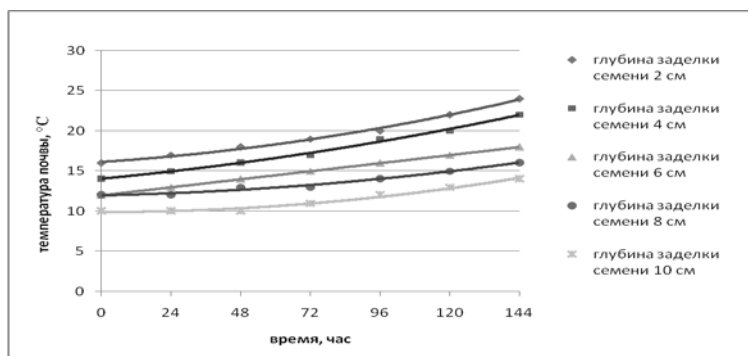


Рисунок 4 – Изменение температуры почвы по горизонтам посева семян (искусственный обогрев)

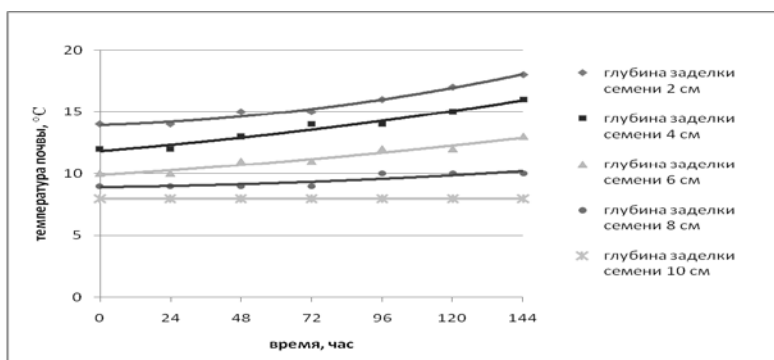


Рисунок 5 – Изменение температуры почвы по горизонтам посева семян (без обогрева)

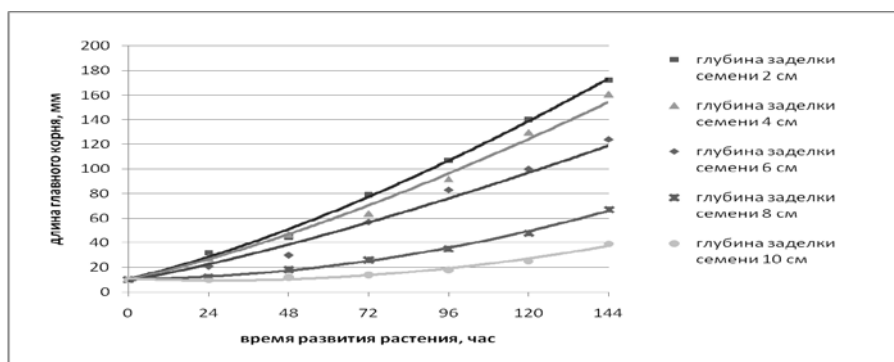


Рисунок 6 – Зависимость развития корневой системы от глубины заделки семян (искусственный обогрев)

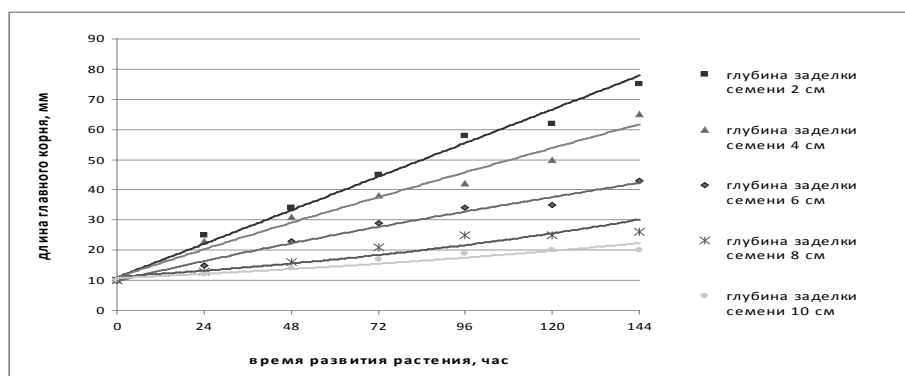


Рисунок 7 – Зависимость развития корневой системы от глубины заделки семян (без обогрева)

Визуальное наблюдение и изучение данных позволили отметить, что корневая система отрицательно реагирует на пониженную температуру почвы: корни растений распределяются по поверхности, не получая из почвы необходимую для развития влагу.

Таким образом, придерживаясь оптимальных параметров, с использованием модернизированного сошника с семяпроводом, можно добиться наименьших повреждений проростков семян, а значит, увеличить полевую всхожесть и повысить урожайность бахчевых культур.

#### Библиографический список

1. Белик, В.Ф. Бахчевые культуры [Текст] / В.Ф. Белик. – М., Колос, 1975.
2. Абезин, В.Г. Ресурсосберегающая почвозащитная технология механизированного возделывания и уборки бахчевых культур [Текст]: учебное пособие / В.Г. Абезин. – Элиста, Калм. Гос. Ун-т, 1993.
3. Цепляев, А.Н. Обзор теоретических и экспериментальных исследований, проведенных по изучению работы сошников [Текст] / А.Н. Цепляев, А.В. Беляков, И.С. Мартынов

// Актуальные проблемы развития АПК: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию Победы в Великой Отечественной войне / Волгоградская ГСХА. – Волгоград, 2005. – С. 101-103.

4. Цепляев, А.Н. Технология возделывания и переработка бахчевых культур [Текст] / А.Н. Цепляев, М.Н. Шапров, В.П. Бороменский // Обеспечение работоспособности и эффективности использования сельскохозяйственной техники: Сб. научных трудов. – Волгоград, 1995. – С. 32-35.

5. Цепляев, А.Н. Выбор технологий при возделывании бахчевых культур [Текст] / А.Н. Цепляев, М.Н. Шапров, В.Г. Абезин // Аграрная наука. – 2002. – № 12. – С. 11-13.

**E-mail:** [mshaprov@bk.ru](mailto:mshaprov@bk.ru)

УДК 629.114.2.001.2(075.8)

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА РАЗГОНА ТРАКТОРА МТЗ-80Л С ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ПЛАНЕТАРНОЙ МУФТОЙ СЦЕПЛЕНИЯ**

### **TRACTOR MTZ-80L WITH PNEUMOHYDRAULIC PLANETIC HALF – COUPLING STARTING PROCESS MATHEMATICAL MODEL**

**Н.Г. Кузнецов**, доктор технических наук, профессор

**Д.А. Нехорошев**, кандидат технических наук, доцент

**Н.С. Воробьева**, инженер

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**N.G. Kuznetsov, D.A. Nehoroshev, N.S. Vorobjeva**

*Volgograd state agricultural academy*

В статье рассматривается математическая модель процесса разгона МТА с пневмогидравлической планетарной муфтой сцепления (ППМС). Обосновывается расчет математической модели в среде MathCAD.

Tractor MTZ – 80L with pneumohydraulic planetary half – coupling starting process mathematical model is examined in this article. Mathematical model calculation in MathCAD environment is substantiated here.

**Ключевые слова:** планетарная муфта сцепления, математическая модель, процесс разгона, среда MathCAD.

**Key words:** planetary half-coupling, mathematical model, starting process, Math CAD environment.

Рассматривается математическая модель процесса разгона МТА с колесным трактором МТЗ-80Л, оборудованным пневмогидравлической планетарной муфтой сцепления (ППМС), принципиальная схема представлена в [3].

Дифференциальные уравнения трогания – разгона двух разветвлений физического объекта записываются в следующем виде:



$$\left. \begin{aligned} M_{\partial} - M_{\text{н}} &= J_{\partial\text{н}} \ddot{\phi}, \\ M_{\text{в}} - \frac{1}{i_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{тр}}} M_{\text{сопр}}^{(\kappa)} &= J_{\text{тр}}^{\text{в}} \cdot \ddot{\phi}_{\text{в}} \end{aligned} \right\}. \quad (1)$$

В этих уравнениях  $M_{\text{д}}$  – момент двигателя,  $M_{\text{н}}$  – приведенный момент насосной шестерни к двигателю, рассчитанный с учетом заполнения масляного жидкостного объема ПГА,  $J_{\text{дп}}$  – момент инерции двигателя,  $\ddot{\phi}$  – угловое ускорение двигателя,  $M_{\text{в}}$  – момент на водиле планетарного ряда муфты,  $M_{\text{сопр}}^{(\kappa)}$  – момент сопротивления на ведущих колесах,  $J_{\text{тр}}^{\text{в}}$  – момент инерции трансмиссии, приведенный к водилу,  $\ddot{\phi}_{\text{в}}$  – угловое ускорение водила.

В результате исследования получена математическая модель для расчета параметров процесса разгона, которая состоит из двух этапов, непосредственно трогания и процесса разгона.

Математический алгоритм расчета первого этапа разгона (трогания) МТА с ПГПМС описывается следующей системой уравнений:

$$1. \quad \ddot{\phi} = -\frac{67,253}{J_{\partial\text{н}}} \dot{\phi} - \frac{1}{J_{\partial\text{н}} \cdot \eta_{\text{пр}}} M_{\text{н}} + \frac{15726,1}{J_{\partial\text{н}}}, \text{ если } 230 < \dot{\phi} \leq 233,8 \quad (2)$$

$$\ddot{\phi} = -\frac{0,5252}{J_{\text{дп}}} \dot{\phi} - \frac{1}{J_{\text{дп}} \cdot \eta_{\text{пр}}} M_{\text{н}} + \frac{376,4}{J_{\text{дп}}}, \text{ если } 157 < \dot{\phi} \leq 230, \quad (2a)$$

где  $\eta_{\text{пр}}$  – КПД привода

$$2. \quad M_{\text{д}} = 15726,1 - 67,263 \dot{\phi}, \text{ если } 230 \leq \dot{\phi} \leq 233,8 \quad (3)$$

$$M_{\text{д}} = 376,4 - 0,525 \dot{\phi}, \text{ если } 157 < \dot{\phi} \leq 230 \quad (3a)$$

$$3. \quad M_{\text{н}} = \frac{2p_0 F r_{\text{шн}} i_{\text{пр}}^{\kappa}}{\eta_{\text{пр}} \left[ 1 - \frac{\nu z}{2\pi V_0 (\kappa \varphi - (\kappa + 1) \gamma_{\text{в}}) i_{\text{пр}}} \right]^n}, \quad (4)$$

где  $p_0$  – начальное давление в газовом объеме ПГА,  $F$  – площадь боковой поверхности зуба, спроектированная на плоскость радиального сечения,  $r_{\text{шн}}$  – радиус шестерни гидронасоса,  $i_{\text{пр}}$  – передаточное число привода гидронасоса,  $\kappa$  – внутреннее передаточное число планетарного ряда,  $V_0$  – объем газового пространства ПГА,  $\nu$  – величина подачи жидкости на зуб насоса в ПГА,  $z$  – количество зубьев шестеренчатого гидронасоса,  $n$  – показатель политропы сжатия в ПГА,  $\gamma_{\text{в}}$  – угол закрутки вала трансмиссии за счет упругих сил движителя,  $\varphi$  – угол поворота коленчатого вала.

$$4. \quad M_{\text{т}} = M_{\text{н}} \frac{\kappa + 1}{\kappa} i_{\text{тр}} \quad (5),$$

где  $M_{\text{т}}$  – тяговой момент на движителях,  $i_{\text{тр}}$  – передаточное число трансмиссии

$$5. P_{кр} = \frac{1 - 0,794 \cdot 10^{-5} Q}{1 - 0,397 \cdot 10^{-5} Q} \left\{ \frac{M_{\tau}}{(r_0 - e)} - \frac{1}{1 - 0,794 \cdot 10^{-5} \cdot Q} \cdot \left[ \frac{cB\kappa_n^2}{(1 - \delta)^2} + \right] \right\} \quad (6)$$

где  $P_{кр}$  – крюковое усилие,  $Q$  – вертикальная нагрузка на ведущее колесо,  $e$  – деформация шины,  $c$  – коэффициент объемного смятия почвы,  $B$  – ширина шины,  $\kappa_n$  – приведенный коэффициент относительной жесткости шин,  $\delta$  – коэффициент буксования,  $\alpha$  – коэффициент гистерезисных потерь в шине,  $C_r$  – обобщенный коэффициент радиальной жесткости шины,  $r_0$  – свободный радиус шины

$$6. Q = 12500, \text{ если } P_{кр} < 0 \quad (7)$$

$$e = e_c = 0,04, \text{ если } P_{кр} < 0 \quad (8)$$

$$Q = 12500 + 0,1 P_{кр}, \text{ если } P_{кр} < 0 \quad (7a)$$

$$e = 0,96 \sqrt[3]{\frac{Q^2}{C_r^2 (1 + \sqrt{\kappa g + 1})^2}}, \text{ если } P_{кр} > 0 \quad (8a)$$

где  $\kappa g$  – коэффициент относительной жесткости.

$$7. \delta = \frac{M_{\tau}}{149480(r_0 - e)}, \text{ если } 0 \leq \delta \leq 0,1505 \quad (9)$$

$$\delta = \frac{1}{3754} \left( \frac{M_{\tau}}{r_0 - e} - 21936 \right), \text{ если } 0,1505 < \delta < 1 \quad (9a)$$

$$8. C_{\varphi 1} = \frac{1,755 \cdot 10^5 (r_0 - e)^2}{0,493 + 1,4948(r_0 - e)^2}, \text{ если } 0 \leq \delta \leq 0,1505 \quad (10)$$

$$C_{\varphi 2} = \frac{0,44 \cdot 10^5 (r_0 - e)^2}{0,493 + 0,03754(r_0 - e)^2}, \text{ если } 0,1505 < \delta < 1 \quad (10a)$$

где  $C_{\varphi}$  – зависимость между приведенной жесткостью и жесткостями составляющих элементов.

$$10. \gamma_v = \frac{i_{\text{тр}} M_{\tau}}{2C_{\varphi 1}}, \text{ если } 0 \leq \delta \leq 0,1505 \quad (11)$$

$$\gamma_v = \left[ \frac{11250}{C_{\varphi 1}} + \frac{1877}{C_{\varphi 2}} \right] i_{\text{тр}} (r_0 - e), \text{ если } 0,1505 < \delta < 1 \quad (11a)$$

где  $i_{\text{тр}}$  – передаточное число трансмиссии.

Полученные на этом шаге значения  $M_{\text{д}}$ ,  $M_{\text{н}}$ ,  $M_{\text{т}}$ ,  $P_{\text{кр}}$ ,  $Q$ ,  $e$ ,  $\delta$  являются исходными данными для вычислений на следующем шаге. Окончание циклических расчетов и переход ко второму этапу определяется величиной  $P_{\text{кр}} = P_{\text{кр}0} = 7470 \text{ Н}$ , конечные данные первого этапа разгона являются начальными данными для второго этапа.

Математический алгоритм расчета второго этапа разгона МТА с ПППМС описывается следующей системой уравнений:

1. уравнение (2) и (2а)
2. уравнение (3) и (3а)
3. уравнение (4)

$$M_H = \beta M_{дн}, \text{ если } M_H \geq \beta M_{дн}, \quad (12)$$

где  $\beta$  – коэффициент запаса муфты сцепления;  $M_{дн}$  – номинальный момент двигателя

$$4. \quad \ddot{\phi}_B = -\frac{B}{D} \dot{\phi} + \left( \frac{A}{D} M_H - \frac{C}{D} \right), \quad (13)$$

$$\text{где } B = 0,13 \cdot \chi \cdot P_{кро} \frac{r_o - e}{i_{mp}} (1 - \delta),$$

$$\text{где } \chi = \frac{1 - 0,397 \cdot 10^{-5} Q}{1 - 0,794 \cdot 10^{-5} Q}$$

$$A = i_{тр} \frac{\kappa + I}{\kappa} \frac{\eta_{тр}}{r_o - e}$$

$$D = \left[ J_{тр}^{(к)} \frac{\eta_{тр}}{i_{тр} (r_o - e)} + \chi (m_{тр} + m) \frac{r_o - e}{i_{тр}} (1 - \delta) \right]$$

$$C = \Theta \left[ \frac{c B \kappa_n^2}{(1 - \delta)^2} + \frac{\alpha C_r}{r_o - e} \right] e^2 + \chi P_{кро},$$

$$\text{где } \Theta = \frac{1}{1 - 0,794 \cdot 10^{-5} Q}$$

Дифференциальное уравнение решается относительно  $\ddot{\phi}_B, \dot{\phi}_B, \phi_B$  на этом шаге.

$$\text{Если } \dot{\phi}_B \geq \frac{\kappa}{\kappa + I} \dot{\phi}, \text{ то } \dot{\phi}_B = \frac{\kappa}{\kappa + I} \dot{\phi} \text{ и } \ddot{\phi}_B = \frac{\kappa}{\kappa + I} \ddot{\phi}$$

$$5. \quad P_{кро} = P_{кро} \left[ 1 + 0,13 \frac{\dot{\phi}_B}{i_{mp}} (r_o - e) (1 - \delta) \right] + (m_{mp} + m) \frac{\dot{\phi}_B}{i_{mp}} (r_o - e) (1 - \delta), \quad (14)$$

где  $P_{крд}$  – динамическое крюковое усилие

$$6. \quad Q = 12500 + 0,11 P_{крд}. \quad (15)$$

$$7. \quad e = 0,96 \sqrt[3]{\frac{Q^2}{C_r^2 (1 + \sqrt{\kappa \kappa + I})^2}} \quad (16)$$

$$P_{сопр}^{МТА} = \frac{I}{1 - 0,794 \cdot 10^{-5} Q} \left[ \frac{c B B_n^2}{(1 - \delta)^2} + \frac{\alpha C_r}{r_o - e} \right] e^2 + \frac{1 - 0,397 \cdot 10^{-5} Q}{1 - 0,794 \cdot 10^{-5} Q} P_{крд}, \quad (17)$$

где  $P_{сопр}^{МТА}$  – крюковое сопротивление

$$9. \quad M_{\text{н}} = \frac{\kappa}{\kappa + I} \cdot \frac{P_{\text{сопр}}^{\text{МТА}} \cdot (r_o - e)}{i_{\text{тр}} \eta_{\text{тр}} \eta_{\text{пмп}}}, \quad (18)$$

если

$$M_{\text{н}} > \beta M_{\text{дн}}, \text{ то } M_{\text{н}} = \beta M_{\text{дн}} \quad (18a)$$

$$P_{\text{сопр}}^{\text{МТА}} = \beta M_{\text{дн}} \cdot \frac{\kappa + I}{\kappa} \cdot i_{\text{тр}} \eta_{\text{тр}} \eta_{\text{пмп}} \frac{1}{(r_o - e)} \quad (19)$$

$$10. \quad M_{\text{т}} = P_{\text{сопр}}^{\text{МТА}} \cdot (r_o - e), \quad (20)$$

где  $M_{\text{т}}$  – тяговый момент на движителях

$$11. \quad \delta = \frac{P_{\text{сопр}}^{\text{МТА}}}{C \delta_1}, \text{ если } P_{\text{сопр}}^{\text{МТА}} \leq 22500 \quad (21)$$

$$\delta = \frac{I}{C \delta_2} (P_{\text{сопр}}^{\text{МТА}} - 21936), \text{ если } P_{\text{сопр}}^{\text{МТА}} > 22500 \quad (21 a)$$

где  $C \delta_1$  и  $C \delta_2$  – характеристики кривой буксования

$$12. \quad C \phi_1 = \frac{1,755 \cdot 10^{-5} (r_o - e)^2}{0,493 + 1,4948 (r_o - e)^2}. \quad (22)$$

$$13. \quad \gamma_{\text{в}} = i_{\text{мп}} \frac{P_{\text{сопр}}^{\text{МТА}} (r_o - e)}{2 C \phi_1}. \quad (23)$$

По формуле (22) и (23) следует считать, если параметр  $M_{\text{н}} \leq \beta \cdot 255.6$

$$14. \quad V_{\text{тр}} = (I - \delta)(r_o - e) \frac{\dot{\phi}_{\text{в}}}{i_{\text{мп}}}, \quad (24)$$

где  $V_{\text{тр}}$  – скорость трактора

Полученная модель содержит в себе обыкновенные дифференциальные уравнения с непостоянными коэффициентами, которые могут быть решены только численным методом с помощью ЭВМ. Предпочтение из всех программных средств может быть отдано среде MathCAD, потому что эта программа не требует специальных навыков программирования, обладает широким набором встроенных функций и доступна для изучения инженеров, но MathCAD не обладает необходимыми инструментами для решения дифференциальных уравнений с непостоянными коэффициентами. Поэтому необходим специальный алгоритм, учитывающий эту особенность разработанной математической модели и использующий встроенные функции решения обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами в среде MathCAD.

Составление такого алгоритма позволит изучить динамику разгона МТА с ПГПМС и оптимизировать параметры пневмогидравлической планетарной муфты сцепления по ограничению перегрузок двигателя и трансмиссии на режиме разгона.

**Библиографический список**

1. Кузнецов, Н.Г. Стабилизация режимов работы скоростных машинно-тракторных агрегатов [Текст] / Н.Г. Кузнецов. – Волгоград: ИПК «Нива» Волгоградская ГСХА, 2006. – С. 272-299.
2. Научные основы повышения рабочих скоростей машинно-тракторных агрегатов [Текст]. – М.: Колос, 1965. – С. 536 и 1968. – С. 448.
3. Кузнецов, Н.Г. Физическая модель МТА с пневмогидравлической муфтой сцепления в моторно-трансмиссионных установках [Текст] / Н.Г. Кузнецов, Д.А. Нехорошев, Н.С. Воробьева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – Волгоград: ИПК «Нива» Волгоградская ГСХА, 2009 – № 3. – С. 121.
4. Пискунов, Н.С. Дифференциальное и интегральное вычисление [Текст] / Н.С. Пискунов. – М.: Колос, 1970. – 576 с.
5. Гурский, Д.А. Вычисление в MathCAD 12 [Текст] / Д.А. Гурский, Е.С. Турбина – СПб.: Питер, 2006. – 544 с.

**E-mail:** [mshaprov@bk.ru](mailto:mshaprov@bk.ru)

УДК 631.3:63

**МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ  
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ  
ДОИЛЬНОГО АППАРАТА**

**MILKING MACHINE MAIN UNITS DIAGNOSTIC  
PERIODICITY DETERMINATION METHODS**

**В.А. Борознин**, кандидат технических наук, доцент

**А.В. Борознин**, кандидат технических наук, доцент

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**V.A. Boroznin, A.V. Boroznin**

*Volgograd state agricultural academy*

Представлены номограммы определения периодичности диагностирования и остаточного ресурса основных деталей и узлов доильных аппаратов исходя из фактического уровня их безотказности.

Milking machines basic parts and units nomograms of diagnostic periodicity and residual resources determination are suggested in the article and based on their absence of failures factual level.

**Ключевые слова:** номограмма, периодичность, диагностирование, узел, доильный аппарат.

**Key words:** nomograms, periodicity, diagnosis, unit, milking machine.

Детально изученный характер изменения основных показателей безотказности узлов доильного аппарата показал, что основная часть от-

казов приходится на пульсатор (45,56 %) и доильный стакан (27,81 %). Менее надежными элементами этих узлов являются мембрана и дроссельный канал у пульсатора и сосковая резина у доильного стакана.

Для выявления скорости изменения конструктивных параметров данных элементов и влияния их на изменение технологических параметров работы доильного аппарата нами в течение года проводился сплошной контроль данных конструктивных параметров. В частности, замерялась засоренность дроссельного канала пульсатора путем фиксации времени сжатия давления при прохождении через него воздуха (использовался ранее нами стенд для диагностики пульсаторов [1]) в течение 15 контролировалось изменение жесткости мембраны пульсатора до естественного состояния (используя прибор для диагностики мембраны фиксировалось вакуумсмыкание сосковой резины (использовался прибор для замера упругости сосковой резины [3]) в течение всего ресурса каждые 10 дней. Динамика изменения этих параметров по времени и их фактическое определение остаточного ресурса представлена на рисунках 1, 2.

Для определения периодичности диагностирования дроссельного канала пульсатора фиксировалось время падения давления от до 2,5 кПа, далее по тарифовочному графику (рис.1 (I)) определялась скорость падения давления, по которой определяли диаметр дроссельного канала. Далее, в зависимости от времени проведения проверки работки) были построены графики изменения  $d(t)$ .

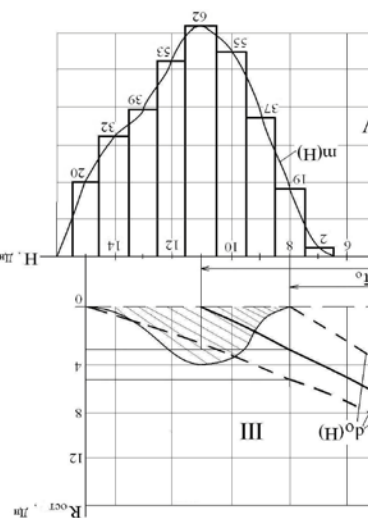


Рисунок 1 – Номограмма определения остаточного ресурса по параметру диаметра дросселя  $d_0$

Затем на уровне  $d^{PP}$  получили критические точки проверки дроссельного канала: нижнюю доверительную границу интервала –  $\bar{t}_{do}^H$ , среднюю наработку до отказа –  $\bar{t}^C$  и верхнюю доверительную границу –  $\bar{t}_{do}^B$ .

Из полученных данных следует, что для предельного значения  $d_o^{PP} \approx 1,5$  мм при средней наработке до отказа  $\bar{t}_{do}^C = 11$  дней доверительный интервал составляет 7 дней, а нижняя доверительная граница при доверительной вероятности 0,95 равна  $\bar{t}_{do}^H = 8$  дней.

Таким образом, имея теоретические и экспериментальные значения наработки на отказ и  $d_o^{PP}(t)$ , определяем по формуле (1) периодичность диагностирования дроссельного канала при вероятности безотказной работы, равной 0,95...0,99.

$$t_{де} = \frac{\min T(\beta)}{\left( \frac{A_1 + A_{PP}}{A(t_M) + l_\beta \cdot \sigma_{PP} - A_1} \right)^{1/\alpha}} \quad (1)$$

где  $T(\beta)$  – наработка до отказа с доверительной вероятностью  $\beta$ ;  $t_{де}$  – период, через который необходимо проводить диагностирование данного параметра;  $A_1$  – начальная величина изменения параметра;  $A_{PP}$  – предельная величина изменения параметра;  $l_\beta$  – двухсторонняя квантиль ЗНР;  $\sigma_{PP}$  – среднеквадратическое отклонение;  $A(t_M)$  – значение изменения параметра при  $t_M$  в момент проверки;  $\alpha$  – показатель степени, определяющий характер изменения параметра.

Для определения периодичности диагностирования жесткости сосковой резины сначала определяем давление внутри искусственного соска, а затем, по тарифовочному графику номограммы (рис. 2 (I)), определяем вакуумсмыкание сосковой резины. Далее строим график изменения  $h_{CM}(t)$  от наработки. В процессе эксплуатации сосковая резина дважды подвергается подтяжке (это предусмотрено правилами эксплуатации).

Если подтяжку проводить согласно регламенту ТО при ТО-1 (через 30 дней), то интервал распределения предельного значения вакуумсмыкания ( $h_{CM}^{PP} \approx 6$  кПа) будет находиться в диапазоне от 120 до 180 дней. Тогда, используя значения средней наработки на отказ и  $h_{CM}^{PP}(t)$  при  $P(t) = 0,95-0,99$  и используя формулу (1), находим периодичность диагностирования сосковой резины расчетным путем.

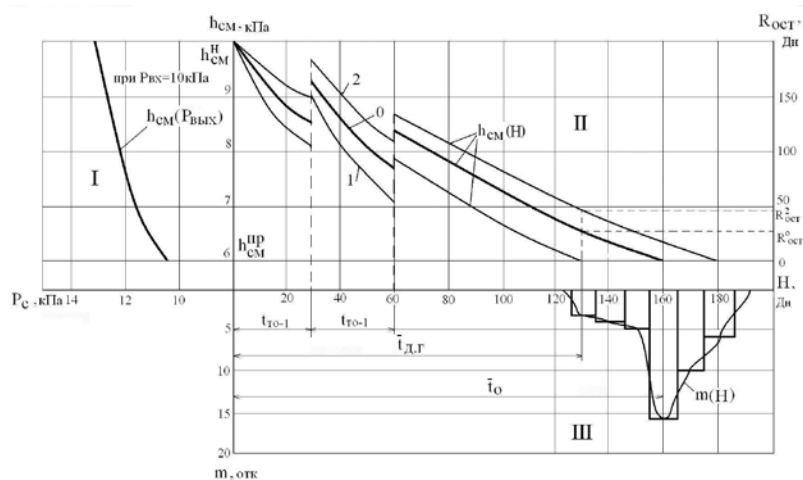


Рисунок 2 – Номограмма определения остаточного ресурса сосковой резины по вакуумсмыканию

Аналогичным образом, используя номограмму рис. 3, определяем графическим и расчетным путем периодичность диагностирования мембраны пульсатора.

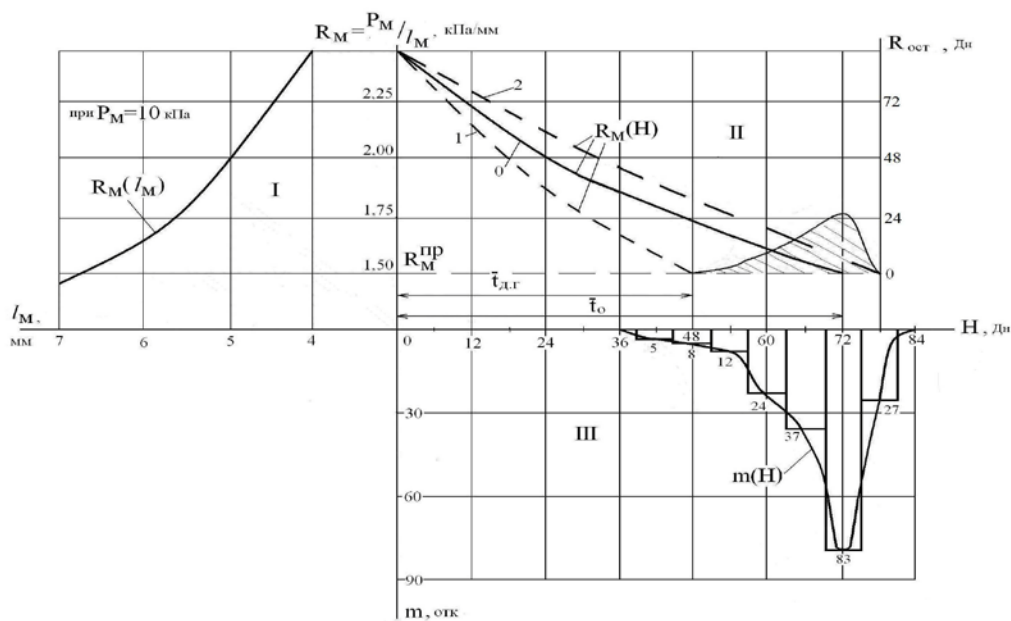


Рисунок 3 – Номограмма определения периодичности диагностирования мембраны пульсатора



Согласно принятой методике по задаваемому давлению определяем прогиб мембраны  $l_M$  и далее, при постоянном давлении в зависимости от наработки, строим график изменения  $l_M(t)$  (рис. 3 (II)). Затем, так же как для дроссельного канала, определяем периодичность диагностирования. Все результаты, полученные графическим и расчетным путем, сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчетные и графические значения  $t_{Дэ}$  для диагностируемых параметров

Наименование параметра	Расчетное значение $t_{Дэ}$	Графическое значение $t_{Дэ}$
Диаметр дросселя пульсатора	48 ч	56 ч
Жесткость мембраны	286 ч	336 ч
Жесткость сосковой резины	807 ч	898 ч

Представленные в таблице 1 данные показывают, что периодичность диагностирования конструктивных параметров не совпадает с регламентируемой периодичностью ТО данных элементов доильного аппарата. Поэтому, чтобы избежать преждевременной выбраковки деталей или преждевременного отказа данного элемента необходимо проводить диагностирование по потребности. Это позволит увеличить наработку исследуемых элементов и наработку на отказ всех элементов, находящихся в интервале от  $t_H$  до  $t_B$  и, тем самым, повысить эффективность использования доильного аппарата в целом.

#### Библиографический список

1. Патент U1 64855 RU A 01 J 7/00. Стенд для диагностики пульсатора доильного аппарата / Борознин В.А., Борознин А.В. – №2007112813; заявл. 09.04.07 // Изобретения (Заявки и патенты) – 2007. – № 21.
2. Патент U1 64854 RU A 01 J 7/00. Устройство для определения работоспособности мембраны пульсатора доильного аппарата / Борознин В.А., Борознин А.В. – №2007112812; заявл. 06.04.07 // Изобретения (Заявки и патенты) – 2007. – № 21.
3. Патент U1 65341 RU A 01 J 7/00. Устройство для определения работоспособности сосковой резины / Борознин В.А., Борознин А.В. – №2007112997; заявл. 09.04.07 // Изобретения (Заявки и патенты) – 2007. – № 22.

**E-mail:** [titusbav@mail.ru](mailto:titusbav@mail.ru).

УДК 631.158:658.3:631.534.2.004.67

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ ПРИ РЕМОНТЕ  
И ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ  
INDASTRIAL INJURIES AT AGRICULTURAL MASHINERY  
REPAIR AND MAINTENANSE**

**М.Н. Шапров**, кандидат технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности»

**И.С. Мартынов**, кандидат технических наук,  
старший преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности»

**Д.А. Абезин**, кандидат технических наук,  
старший преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности»

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**M.N. Shaprov, I.S. Martynov, D.A. Abezin**

*Volgograd state agricultural academy*

Рассмотрены состояние условий труда работников в организациях агропромышленного комплекса, анализ травматизма при ремонте и техническом обслуживании сельскохозяйственной техники и представлены предложения по предупреждению травматизма.

Workers labour conditions in agroindustrial complex enterprises, traumatism at agricultural machinery repair and maintenance analysis and traumatism prevention suggestions are given in the article.

**Ключевые слова:** охрана труда, агропромышленный комплекс, травматизм, сельскохозяйственная техника, оборудование, несчастный случай, работник, трудовой кодекс, безопасность.

**Key words:** labour protection, agroindustrial complex, traumatism, agricultural machinery, equipment, accident, Labour Code, safety.

Состояние условий труда на производстве, сохранение здоровья и жизни работников – актуальная проблема, непосредственно влияющая как на работу и экономическую стабильность организаций агропромышленного комплекса, так и на благополучие работников и их семей.

Во всем мире производственный травматизм трудящихся, к сожалению, является неотъемлемой составляющей трудовой деятельности. Лучше любых слов эту проблему характеризуют статистические данные, потому что эти невыразительные, на первый взгляд, цифры, в конечном счете – жизни людей.

В общем числе пострадавших в РФ за последние три года среди предприятий по видам экономической деятельности наибольший удельный вес был в обрабатывающих производствах – 38,4 %; в сельском хо-

зяйстве – 18,3 %; на транспорте и в связи – 10,5 %; в строительстве – 9,4 %; в здравоохранении (включая социальные услуги) – 6,5% [1].

Анализ произошедших в этот период несчастных случаев с тяжелыми последствиями свидетельствует, что практически каждый третий травмированный на производстве работник пострадал в результате падения с высоты, а каждый четвертый – в результате воздействия движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов, деталей машин.

За последние 10 лет в организациях сельского хозяйства, включая и пищевую промышленность, погибло около 13 тысяч человек. По данным Федеральной службы по труду и занятости в организациях АПК происходит 20 % (каждый пятый) несчастных случаев со смертельным исходом на производстве в Российской Федерации.

Необходимо отметить, что в последние годы наблюдается положительная динамика снижения уровня производственного травматизма со смертельным исходом. Но это объясняется тем, что продолжает снижаться численность работников в сельском хозяйстве с одновременным ростом занятости в торговле, ресторанном бизнесе и финансах [2, 3].

Одна из главных причин такого положения в том, что основная масса рабочих мест на предприятиях АПК не соответствует требованиям эргономики и санитарным нормам и оснащена устаревшим оборудованием. Износ оборудования, машин и механизмов в некоторых организациях составляет 70-80 %, однако они продолжают эксплуатироваться с нарушением требований охраны труда, в результате почти 80 % травм и аварий в сельском хозяйстве происходят при обслуживании техники.

В общей структуре причин несчастных случаев на производстве более 69 % составляют причины организационного характера (неудовлетворительная организация производства работ, недостатки в обучении работников по охране труда, нарушения трудовой дисциплины).

Высокий уровень травматизма наблюдается не только при технологическом процессе, но и при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники. Анализ травматизма по видам работы на ряде предприятий по ремонту машин и оборудования дает следующее примерное их распределение:

разборочно-сборочные работы	– 25 %
станочные работы	– 12,5 %
подъемно-транспортные работы	– 12,5 %
прочие (не связанные с выполнением технологического процесса ремонта комбайнов)	– 50 %

Таким образом, на предприятиях технического сервиса сельскохозяйственной техники и в ремонтных мастерских хозяйств наиболее неблагоприятные условия труда работающих наблюдаются при разборочно-сборочных операциях, а также в отделениях мойки, при восстановлении (ремонте) деталей способами сварки, наплавки, гальваники, с применением полимерных материалов, на обкатке и испытаниях отремонтированных двигателей тракторов и комбайнов. Большое количество травм, в том числе со смертельным исходом, происходит из-за попадания частей тела работающих в различные опасные участки оборудования, не имеющие достаточного и надежного ограждения всей опасной зоны. И хотя в последние годы во многих отраслях агропромышленного комплекса наблюдается некоторое снижение количества травм с тяжелым и летальным исходом, тем не менее, показатели производственного травматизма остаются недопустимо высокими (рис. 1).

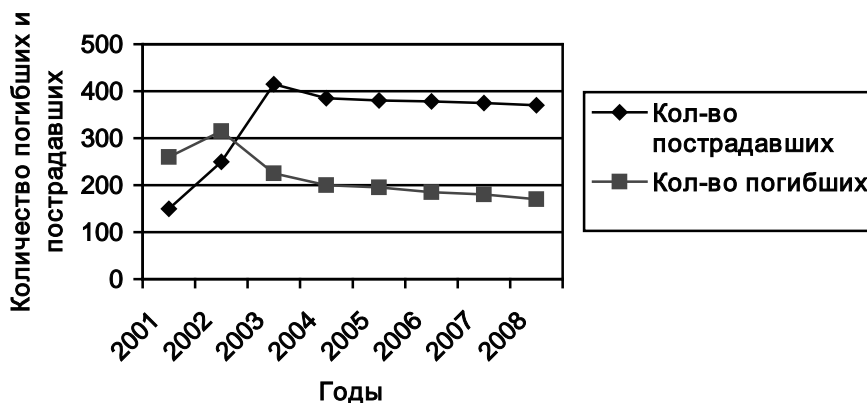


Рисунок 1 – Динамика числа погибших и пострадавших в отрасли механизации АПК при ремонте и техническом обслуживании машин и оборудования

Что касается экономических потерь, связанных с несчастными случаями на производстве и профессиональными заболеваниями, то эта цифра, по данным Международной Организации Труда (МОТ), в Европе составляет 66 млрд долларов США в год. Аналогичный показатель экономических потерь в Российской Федерации составляет 400 млрд рублей, а это 1,9 % ВВП [1].

Таким образом, в современной России, с интеграцией в экономику страны рыночных отношений, в условиях активного развития высоких технологий и жесткой конкурентной борьбы на рынке продукции и услуг,

вопросы обеспечения безопасности и охраны труда работников получают очень серьезное значение.

Поэтому, для решения данных вопросов необходимо применять меры по предупреждению травматизма и профзаболеваний.

Во-первых, предлагается усовершенствование законодательства по охране труда [1, 2, 3]. В настоящее время основополагающим законом в области охраны труда является Трудовой кодекс РФ. Этот законодательный акт и другие федеральные законы заложили фундамент социальной защищенности работников от возможного проявления неблагоприятных факторов производственной среды.

В связи с ожидаемым вступлением России в ВТО, предстоит серьезная работа по приведению российских нормативных требований в области безопасности труда в соответствие с международными стандартами Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации с привлечением заинтересованных ведомств, в том числе Минсельхоза России.

Вторым немаловажным направлением является социальное партнерство.

Механизмом согласования интересов работодателей и наемных работников является социальное партнерство, документальное выражение которого заключается в подписании соглашений и договоров между взаимодействующими субъектами. Часто обязательства коллективного договора по разделу «Охрана труда» выполняются не в полном объеме. Причинами этого являются отсутствие на многих предприятиях профсоюзных организаций, социальная пассивность работников, нежелание работодателей в условиях экономической нестабильности брать на себя конкретные обязательства по улучшению условий и охраны труда. Поэтому с целью увеличения роли коллективно-договорного регулирования в управлении охраной труда необходимо разработать предложения по совершенствованию законодательной и нормативно-правовой базы в части усиления контроля за принятием обоснованных и проверяемых обязательств и обеспечением их финансирования.

В-третьих, необходимо проводить изучение и внедрение зарубежного опыта в области охраны труда на малых предприятиях.

Особое внимание необходимо уделить предприятиям малого бизнеса, на долю которых в нашей стране приходится основное количество несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

В-четвертых, необходимо исполнять законодательство по охране труда, а именно:

- обеспечивать государственную защиту трудовых прав граждан, включая право на безопасные условия труда органами Федеральной инспекции труда;
- соблюдать коллективные договоры и соглашения;
- соблюдать законодательство о труде и охране труда женщин и работников в возрасте до 18 лет;
- работодателям соблюдать установленный порядок расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве.

И в-пятых, необходимо создание современных и эффективных систем управления охраной труда.

Для обеспечения высокой эффективности управленческой деятельности всех должностных лиц и служб на предприятиях и в организациях по ремонту и техсервису сельскохозяйственной техники должны быть четко определены их функциональные обязанности, в частности, по вопросам охраны труда, но на сегодняшний день этот вопрос не решен, и в своей деятельности они руководствуются лишь типовыми должностными инструкциями. Работодатели, руководители, главные специалисты в малой степени занимаются вопросами охраны труда, сосредоточив основное внимание на производственных вопросах и на вопросах ликвидации последствий нарушений техники безопасности.

Такая сложившаяся система работ по охране труда приводит к устранению возникших недостатков на одних рабочих местах, но не препятствует возникновению новых нарушений на других участках работы. Необходима разработка и внедрение более совершенных систем управления охраной труда, которые гарантируют сохранение здоровья работников.

При создании систем управления охраной труда на предприятиях необходимо большое внимание уделять обучению руководителей и специалистов высшего звена организаций требованиям законодательства и иных нормативных правовых актов, касающихся охраны труда.

И в заключении хотелось бы отметить, что в предупреждении производственного травматизма нет второстепенных вопросов. Ослабление усилий хотя бы на одном направлении подрывает всю систему управления охраной труда, и наоборот, усиление активности общественного контроля со стороны профсоюза позволяет эффективно бороться с причинами производственного травматизма и обеспечивать для работников здоровые и безопасные условия труда.

Безопасность труда должна стать таким же важным элементом в деятельности всех организаций АПК, как производительность труда, себестоимость и качество оказываемых услуг, а проблемы обеспечения работающих здоровыми и безопасными условиями труда на производ-

стве важным направлением в деятельности Профсоюза работников агропромышленного комплекса РФ.

**Библиографический список**

1. Буренко, Л. Рекомендации по снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в сельскохозяйственной отрасли агропромышленного комплекса РФ [Текст] / Л. Буренко, Н. Зотов // Охрана труда и техника безопасности в сельском хозяйстве. – 2008. – № 9. – С. 60-66.
2. Погуляев, В. Больше внимания человеку труда [Текст] / В. Погуляев, И. Фурман // Охрана труда и техника безопасности в сельском хозяйстве. – 2008. – № 7. – С. 12-23.
3. Основы охраны труда [Текст] / А.Л. Сафонов, Г.З. Файнбург, И.П. Корюкина и др.; под общ. ред. А.Л. Сафонова. - М.: Золотой теленок, 2007. – 416 с.

**E-mail:** [mshaprov@bk.ru](mailto:mshaprov@bk.ru)

УДК 629.114.2.001.2(075.8)

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ НАГРУЗКИ МТА  
MACHINE-TRACTOR UNIT LOADING HORIZONTAL  
STABILIZERS TECHNICAL-ECONOMIC CHARACTERISTICS**

**Н.Г. Кузнецов, доктор технических наук, профессор**

**Д.С. Гапич, кандидат технических наук**

**Е.А. Назаров, аспирант**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**N.G. Kuznetsov, D.S. Gapitch, E.A. Nazarov**

*Volgograd state agricultural academy*

В статье рассматриваются способы снижения крюкового усилия МТА с точки зрения экономической эффективности.

Machine-tractor unit draught strain decreasing methods from the economic efficiency point of view are examined in this article.

**Ключевые слова:** *упругий элемент, трактор, крюковая нагрузка, культиватор.*

**Key words:** *springing medium, tractor, draught strain, cultivator.*

Экспериментальные исследования показали, что интенсификация полевых работ МТА путем повышения их рабочих скоростей, направленная на увеличение производительности труда в сельском хозяйстве, привела к увеличению динамических нагрузок, действующих на трактор в процессе работы, и значительному росту крюкового усилия.

Существует несколько способов снижения крюкового усилия.

Первый способ основан на применении упругих элементов оптимальной жёсткости в прицепном устройстве, аккумулирующих энергию

ударных явлений и растягивающих её передачу на весь период времени между ударами.

С целью снижения показателей динамичности процесса нагружения при проведении почвообрабатывающих работ МТА в условиях Волгоградской области разработано прицепное устройство с упругим элементом (рис. 1).

Прицепное устройство состоит из двух горизонтально расположенных тяг (3), с одной стороны они жестко крепятся к раме трактора, с другой стороны к ним при помощи удлинителей (4) и специальных скоб (2) крепится упругий элемент рессорного типа (9). К раме трактора при помощи болтов крепятся регулировочные рычаги (1), охватывающие рессору и служащие для регулировки ее жесткости.

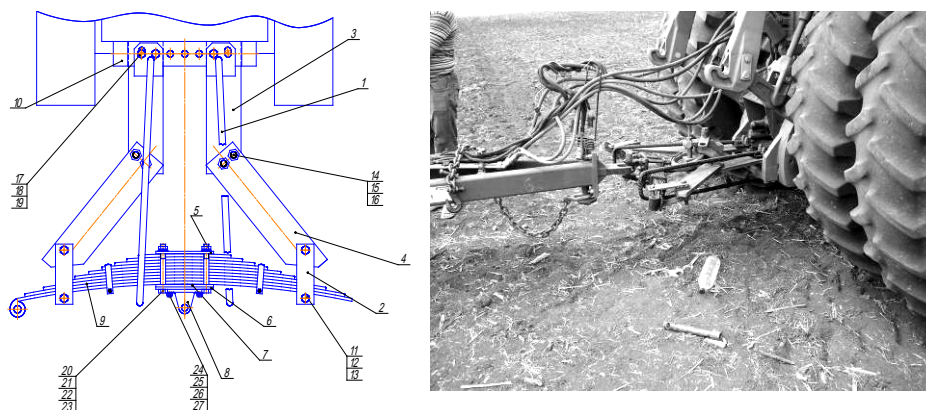
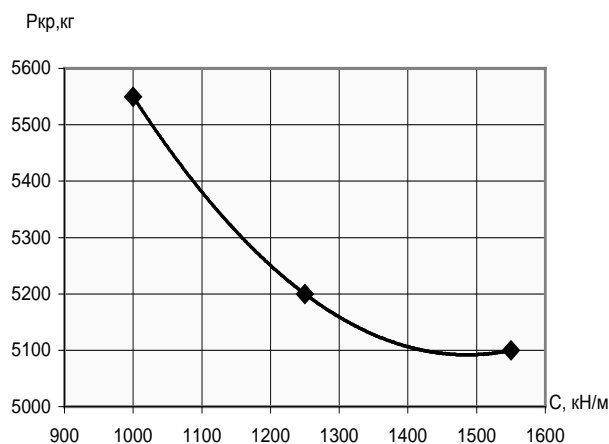


Рисунок 1 – Макетный образец прицепного устройства с упругим элементом

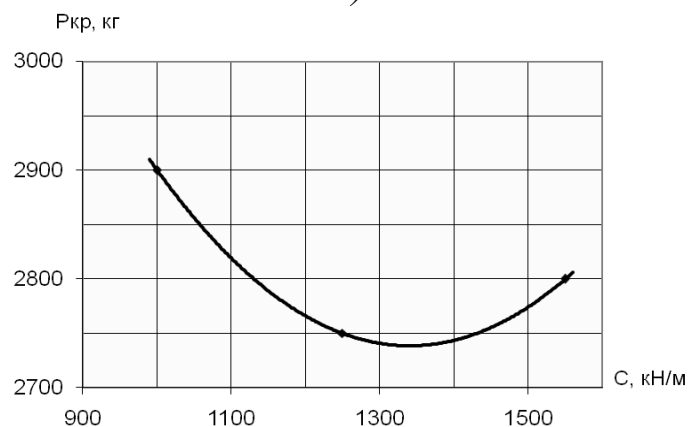
На рис. 2 представлены результаты экспериментальных исследований крюковой нагрузки трактора *John-Deere 8430* с культиватором *Bourgault 8810* в функции жесткости упругого элемента при работе на различных почвенных фонах.

Как видно из графиков, зависимость имеет параболический характер. До определенной жесткости упругого элемента значение крюковой нагрузки уменьшается, затем появляется тенденция к росту. Из анализа полученных зависимостей видно, что жесткость упругого элемента 1550 кН/м является самой оптимальной при работе трактора с полной загрузкой, при загрузке трактора на 60 % значение оптимальной жесткости снизилось до 1250 кН/м.





а)



б)

Рисунок 2 – Зависимость крюковой нагрузки от жёсткости упругого элемента

а) фон – стерня, б) фон – пар. При жестком соединении  $P_{кр}$  составляет соответственно 5800 кг и 3000 кг.

Технико-экономическое обоснование эффективности применения прицепного устройства с упругим элементом оптимальной жесткости показало, что при использовании данного прицепного устройства крюковая нагрузка может быть снижена на 12-15 % за счет резкого снижения динамичности процесса нагружения МТА. Стабилизация нагрузочного режима МТА в целом обеспечивает рост его производитель-

ности на 10-12 % при проведении почвообрабатывающих операций, снижение часового и погектарного расхода топлива на 10-14 %.

Второй способ связан со снижением сопротивления орудия в среде обрабатываемого материала за счет снижения внутренних связей самого материала под действием вибрационных сил. Вибрация рабочего органа снижает одну из составляющих несущей способности почвы в горизонтальном направлении по закону Кулона:

$$\tau = c_0 + \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

где  $\tau$  – допустимое тангенциальное напряжение в почве,  $\sigma$  – нормальное давление на поверхность среза,  $\varphi$  – угол внутреннего трения,  $c_0$  – коэффициент сцепления почвы.

Тангенс угла внутреннего трения  $\operatorname{tg} \varphi$  с увеличением виброускорений в относительных единицах по отношению к ускорению свободного падения  $a/g$  снижается, рис. 3 [1]. Изменение коэффициента сцепления  $c_0$  возможно за счет разрушения цементирующих веществ почвы, а их сопротивление разрушению тоже определяется виброускорениями. Поэтому можно считать график изменения  $\operatorname{tg} \varphi$  от  $a/g$  свойством снижения тангенциальной несущей способности почвы при изменении режимов нагружения МТА.

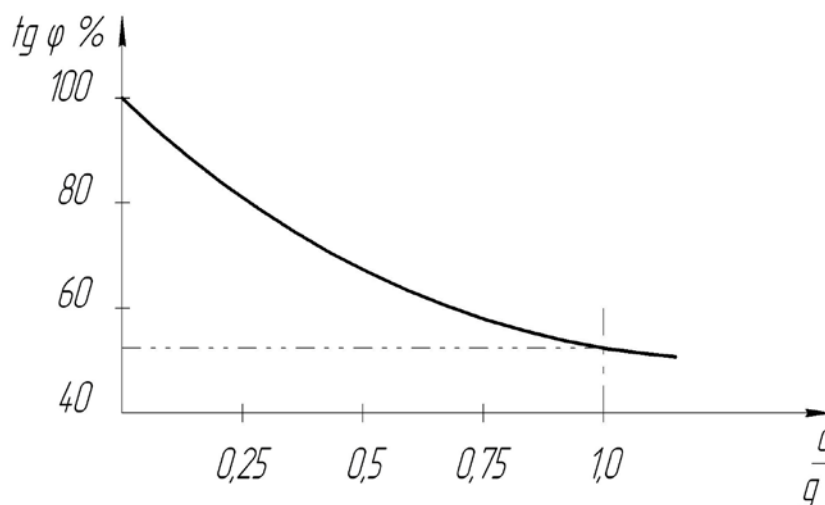


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента внутреннего трения от ускорения колебания

Исходя из этого, возникает задача, состоящая в обеспечении устойчивого колебания рабочего сельскохозяйственного орудия для генерации достаточно высоких виброускорений.

Использование автоколебаний в динамически нагруженных системах позволяет добиться такого эффекта за счет пассивных конструкций рабочих органов, колеблющихся с частотой собственных колебаний под действием периодических составляющих сопротивления той же частоты.

Фирма *Bourgault* спроектировала модель 8810 с конструкцией пружинных стоек культиваторных лап. Конструкция стоек *Bourgault* использует геометрию увеличения усилия. С утяжелением почвы сошники могут начать слегка опрокидываться назад, это увеличивает угол атаки культиваторной лапы и ее способность проникать в твердую почву. По мере того как стрелчатая лапа опрокидывается, пружины растягиваются и сила проникновения резко увеличивается. Главное – обеспечить увеличение усилия ровно на столько, чтобы не происходило чрезмерного опрокидывания стоек, при котором бы нарушались агротехнические требования к выполняемой операции. Возникающие автоколебания должны быть использованы для снижения прочностных свойств почвы.

На рис. 4 представлены результаты экспериментальных исследований горизонтальной составляющей тягового сопротивления стойки культиватора *Bourgault* 8810 от жесткости упругого элемента на различных почвенных фонах.

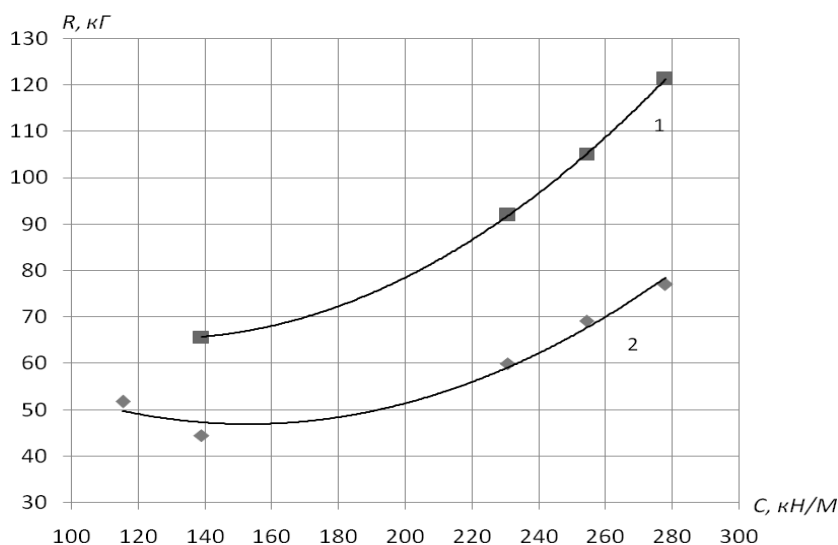


Рисунок 4 – Зависимость горизонтальной составляющей тягового сопротивления стойки от жесткости упругого элемента (1 фон – стерня, 2 фон – пар)

Из анализа полученных зависимостей видно, что жесткость упругого элемента 140 кН/м является самой оптимальной для снижения горизонтальной составляющей крюкового усилия, без нарушения агротехнических требований.

Таким образом, работа рабочего органа в режиме автоколебаний способствует снижению горизонтальной составляющей крюкового усилия до 35-40 %. С другой стороны, сопротивление перекачиванию составляет для многих машин значительную часть общего сопротивления. Например, для культиватора и прицепных сеялок оно находится в пределах от 1/3 до 1/2,5 общего сопротивления [2]. Поэтому снижение общего крюкового усилия трактора следует ожидать в пределах 16-18 %.

Таким образом, рассмотрены два способа возможного снижения крюкового усилия в пределах 12-18 %. Проведем анализ экономической эффективности использования обоих способов сравнительным методом.

Затраты на изготовление прицепного устройства с упругим элементом, обеспечивающего автоматическую настройку оптимальной жесткости упругого элемента при выполнении различных видов сельскохозяйственных операций составляет 8000-10 000 рублей.

Количество подпружиненных стоек культиватора *Bourgault 8810*, при двенадцатиметровой ширине захвата составляет 47 штук. Каждая стойка комплектуется двумя пружинами стоимостью 3000 рублей. Итого, затраты на установку упругого элемента на каждый рабочий орган составят 141 тысячу рублей. Так как хозяйство использует культиватор на различных почвенных фонах, то необходимо иметь, как минимум, два комплекта упругих элементов различной жесткости, а это 282 тысячи рублей!

Итак, безусловно, наиболее эффективно для снижения динамической составляющей среднего крюкового усилия является применение упругих элементов на самих рабочих органах, они практически полностью могут устранить прирост крюкового усилия. Но, экономически целесообразно устанавливать упругие элементы оптимальной жесткости в прицепном устройстве, а стойки культиваторных лап делать жесткими, что будет способствовать экономии денежных средств в размере 270 тысяч рублей для одного культиватора.

#### Библиографический список

1. Кузнецов, Н.Г. Стабилизация режимов работы скоростных машинно-тракторных агрегатов [Текст]: монография / Н.Г. Кузнецов / Волгоградская ГСХА. – Волгоград, 2006 г.
2. Веденяпин, Г.В. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст]: учебник для высших с.-х. учебн. заведений/ Г.В. Веденяпин. – М., Сельхозиздат, 1963 г.

**E-mail:** [mshaprov@bk.ru](mailto:mshaprov@bk.ru)

УДК 330.4:502:351.853027

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ**  
**TECHNOLOGICAL INNOVATIONS IMPLEMENT EFFICIENCY  
AND MATHEMATICAL MODELING**

**А.Ф. Рогачев**, доктор технических наук, профессор

**Н.Н. Скитер**, кандидат экономических наук, доцент

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**A.F. Rogatchev, N.N. Skiter**

*Volgograd state agricultural academy*

Построена модель оптимизации уровня производства, вредных выбросов и уровня технологических инноваций. Определена эффективность при различных инструментах регулирования.

Manufacturing level, harmful rejections and technological innovations level optimization model is built in the article. Efficiency at different regulation instruments is defined.

**Ключевые слова:** моделирование, анализ, эффективность, издержки, инновации.

**Key words:** modeling, analysis, efficiency, expences, innovations.

В работе построена модель разработки инноваций, направленных на снижение издержек путем сокращения вредных производственных выбросов. Решена задача оптимизации уровня производства, вредных выбросов и уровня технологических инноваций, максимизирующая общественное благосостояние. Эффективность научно-исследовательского сектора при различных инструментах регулирования (налоговых платежах за выбросы загрязняющих веществ и разрешениях на выбросы) сравнивается с общественным оптимумом [2]. Предложенная модель основана на следующих представлениях:

- идентичные фирмы (число которых велико) производят товар  $X$  при постоянной отдаче от масштаба;
- кривая спроса  $dX/dP$  имеет постоянный наклон;
- затраты на производство единицы  $X$  равны  $c$ ;
- производство товара  $X$  сопровождается вредными выбросами, оцениваемые в расчете на одну фирму выбросы составляют

$$1 - \Delta e,$$

где  $\Delta e$  – снижение загрязнения в расчете на единицу  $X$ ;

- издержки сокращения вредных выбросов в расчете на единицу  $X$  для фирмы составляют  $a\Delta e^2/2$ ,  $a > 0$ ;
- выбросы отрасли составляют  $(1 - \Delta e)X$ ;
- имеется научно-исследовательский сектор, фирмы которого разрабатывают новую технологию, если новая технология разработана и внедрена, она снижает издержки сокращения загрязнения до уровня  $(1 - r)a\Delta e^2/2$ ,  $0 < r < 1$  [1];
- ущерб окружающей среде пропорционален полным выбросам  $h(1 - \Delta e)X$ , где параметр  $h > 0$  – величина предельного ущерба.

Если фирмы существенно различаются производственными процессами и видами оборудования, единая технология сокращения выбросов не может быть приемлема для всех фирм. Для учета этого в модели определим  $\theta$  как часть выпуска, производимого с применением новой технологии. При  $\theta < 1$  некоторые производственные фирмы используют новую технологию, в то время как остальные продолжают использовать старую. Вероятность разработки новой технологии определяется квадратичной функцией

$$\pi(M) = \beta M \left( 1 - \frac{\beta}{4} M \right),$$

где  $M$  – количество научно-исследовательских фирм. Затраты на научные исследования составляют  $kM^2/2$ ,  $k > 0$ . Доказано [2], что общественный выигрыш от внедрения инновации на уровне отрасли составляет

$$\Delta B^* = \frac{rh\Delta e^* \theta X^*}{2(1 - r)}, \quad (1)$$

где  $X^*$  – общественно оптимальный выпуск отрасли при старой технологии. Общественно оптимальный объем научных исследований  $M^*$  и соответствующая прибыль научно-исследовательского сектора  $B(M^*)$  определяются выражениями [2]

$$M^* = \frac{1}{\beta} \left\{ \frac{k}{\beta^2 \Delta B^*} + \frac{1}{2} \right\}^{-1}; \quad B(M^*) = \Delta B^* \left\{ 1 + \frac{2k}{\beta^2 \Delta B^*} \right\}^{-1} \quad (2)$$

Установлено [2], что если в качестве инструмента регулирования загрязнения используются налоги, то максимальный лицензионный платеж, устанавливаемый патентообладателем, составляет

$$f^t = \frac{h\Delta e^*}{2} \frac{(1 - \mu r)}{(1 - \mu r)(1 - r)}. \quad (3)$$

Равновесный объем научных исследований определяется соотношением

$$M^t = \frac{1}{\beta} \left\{ \frac{k}{\beta^2 F^t} + \frac{1}{4} \right\}^{-1} \quad (4)$$

где  $F^t$  – доход патентообладателя.

Сравнение выражений (4) и (2) показывает, что объем научных исследований (4) может быть выше или ниже объема, соответствующего общественному оптимуму. Это определяется тем, доминируют ли эффект имитации инновации (снижающий способность патентообладателя присваивать себе полную общественную выгоду от инновации) или экстерналии, связанные с конкуренцией за патентную ренту (кривая средней вероятности получения патента  $\pi(M)/M$  лежит выше кривой предельной вероятности  $\pi'(M)$ ), и это создает общественно избыточный объем научных исследований при  $F^t = \Delta B^*$ .

Проведены численные расчеты эффективности инноваций (прибыли научно-исследовательского сектора и равновесного объема научных исследований, отнесенных к соответствующим общественно оптимальным величинам) в широких интервалах практически реальных параметров модели. Рассмотрены три сценария потенциального пропорционального сокращения издержек, связанных с сокращением загрязнения внешней среды при инновации:  $r = 0,01; 0,1, 0,4$ .

Основной результат состоит в том, что внедряемая имитация не означает большую неэффективность рынка экологических инноваций. В базовом случае, когда частный выигрыш от инновации составляет 50 % от общественного выигрыша, прибыльность инноваций составляет 92-98 % от общественного оптимума для инноваций, сокращающих издержки снижения загрязнения до 40 %. Однако если имитационный эффект существенен, неэффективность на рынке инноваций может быть значительной. Например, когда частный выигрыш от инновации составляет 25 % от общественного оптимума, прибыль научно-исследовательского сектора падает до 63-79 % общественного оптимума.

Рассмотрим результаты исследования эффективности рынка инноваций при использовании продаваемых разрешений на загрязнение в качестве инструмента регулирования. Если вредные выбросы ограничиваются количеством разрешений, каждая из  $X^*$  фирм получает  $1 - \Delta e^*$  разрешений на загрязнение. В случае отсутствия новой технологии цена разрешений равна предельным внешним ущербам  $h$ . Если фирма внедряет новую технологию, ее предельные издержки при сокращении загрязнения стано-

вятся равными  $(1-r)a\Delta e$  [1]. Поэтому частный оптимальный уровень сокращения загрязнения может превысить  $\Delta e^*$  (при первоначальной цене разрешений). Это означает, что фирма будет иметь «свободные» разрешения, которые могут быть проданы другим фирмам. Частные издержки фирмы, лицензирующей новую технологию, составляют

$$C_2^P = c + (1-r)a(\Delta e_2)^2/2 + f - q_2(\Delta e_2 - \Delta e^*),$$

где  $q_2$  – цена разрешений.

Такие фирмы сокращают выбросы в расчете на единицу продукции от  $1 - \Delta e^*$  до  $1 - \Delta e_2$  и получают доход  $q_2(\Delta e_2 - \Delta e^*)$  от продажи разрешений. Минимизируя  $C_2^P$ , получаем оптимальное частное сокращение загрязнений для фирм, использующих новую технологию, в виде

$$(1-r)a\Delta e_2^P = q_2.$$

Подставляя это выражение в  $C_2^P$ , получаем

$$C_2^P = c + f + q_2\{\Delta e^* - q_2/[2a(1-r)]\}.$$

Для фирм, продолжающих использовать старую технологию, частные издержки составляют

$$C_1^P = c + a(\Delta e_2)^2/2 + q_2(\Delta e^* - \Delta e_1).$$

Условие равновесия на рынке разрешений будет иметь вид

$$(1 - \Delta e_1^*)X_1^* = (1 - \Delta e_2^P)\theta X_1^* + (1 - \Delta e_1^P)(1 - \theta)X_1^*.$$

Таким образом, доказано, что при фиксированном количестве разрешений на загрязнение снижение выбросов в расчете на фирму меньше постинновационного оптимума первого порядка или, что  $M^P$  и  $B(M^P)$  при разрешениях на загрязнение в целом ниже, чем при налоге. Это объясняется тем, что падение цены разрешений ниже соответствующей предельным внешним ущербам приводит к субоптимальным сокращениям загрязнения и ослабляет стимулы для разработки инноваций [3]. Однако различие между продаваемыми разрешениями и налогом на выбросы как инструментами регулирования существенно только при значительных инновациях (сильно сокращающих загрязнение), когда цена разрешений на загрязнение значительно падает. Например,  $M^P$  и  $B(M^P)$  при разрешениях на загрязнение составляют 87-100 % от



соответствующих величин при налоге на загрязнение при инновации, сокращающей издержки снижения выбросов на 10 %. При инновации, сокращающей издержки снижения выбросов на 40 %, прибыльность и объем научно-исследовательских разработок составляют 60-70 % от соответствующих величин при налоге на выбросы.

**Библиографический список**

1. Рюмина, Е.В. Анализ эколого-экономических взаимодействий [Текст] / Е.В.Рюмина. – М.: Наука, 2000.
2. Скитер, Н.Н. Экономико-математическое моделирование оптимального регулирования выбросов загрязняющих веществ в условиях глобализации [Текст]: монография / Н.Н. Скитер, А.Ф. Рогачев. – Волгоград: Волгоградская ГСХА, ИПК «Нива», 2009. – 152 с.
3. Титенберг, Т. Экономика природопользования и охрана окружающей среды [Текст] / Т. Титенберг. – М.: Олма-Пресс, 2001.

**E-mail:** [rafr@mail.ru](mailto:rafr@mail.ru)

УДК 631.3:636

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ  
ВАКУУМНОЙ СИСТЕМЫ ДОИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ  
MILKING MACHINE VACUUM SYSTEM RELIABILITY INDICIES  
THEORETICAL ESTIMATE**

**В.А. Борознин**, кандидат технических наук, доцент

**А.В. Борознин**, кандидат технических наук, доцент

**Ю.В. Бобылев**, аспирант

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**V.A. Boroznin, A.V. Boroznin, Y.V. Bobylev**

*Volgograd state agricultural academy*

Расчеты показателей надежности как элементов, так и вакуумной системы в целом, позволяют охарактеризовать вакуумную систему с точки зрения надежности и спрогнозировать работу системы в течение всего срока эксплуатации.

Reliability indicies calculations both elements and vacuum system inawhole let characterize the vacuum system in terms of reliability and predict the systems work during its period of operation.

**Ключевые слова:** *надежность, распределение отказов, доильная установка, вакуумная система.*

**Key words:** *reliability, failures distribution, milking equipment, vacuum system.*

Расчеты надежности имеют своей целью получение количественных значений показателей надежности исследуемого объекта. Эти расчеты стали обязательным элементом на всех этапах разработки, соз-

дания и использования технических систем. При анализе надежности системы основную трудность представляет составление структурной схемы расчета и аналитических (расчетных) формул.

Сложные системы состоят из более простых объектов (элементов). В зависимости от характера влияния надежности элементов на надежность системы в целом различают два типа соединений элементов – основное (последовательное) и параллельное. Под последовательным соединением, с точки зрения надежности, понимают такое, при котором отказ любого элемента приводит к отказу системы в целом. Под параллельным соединением понимают такое, при котором отказ системы наступает только при отказе всех ее элементов (отказ не наступает, если работоспособен хотя бы один элемент).

Пусть система состоит из  $n$  элементов, каждый из которых имеет определенные характеристики надежности  $P_i(t), f_i(t), \lambda_i(t), \bar{t}$  (средняя наработка до отказа). Тогда аналогичные показатели надежности системы можно обозначить соответственно через  $P(t), f(t), \lambda(t), \bar{t}$ .

Исследования [1, 5] свидетельствуют о том, что вероятности работы  $P_1(t), P_2(t) \dots P_R(t)$  подчиняются законам распределения: нормальному, Вейбулла-Гнеденко, экспоненциальному и др.

Как правило, для описания распределений отказов сельскохозяйственных машин или их систем выбирается один из перечисленных законов.

При исследовании вероятностных характеристик надежности центральное место занимает выбор и оценка параметров таких теоретических распределений (законов распределений), которые находятся в наилучшем согласии с эмпирическими распределениями вероятности исследуемых величин.

В связи с многообразием причин и условий возникновения отказов в определенный период, для описания надежности применяют несколько законов распределений, которые устанавливают путем аппроксимации результатов испытаний или наблюдений в эксплуатации.

Нормальное распределение (распределение Гаусса) [1, 4, 5] (ЗНР), является наиболее универсальным, удобным и широко применяемым для практических расчетов.

Распределение всегда подчиняется нормальному закону, если на изменение случайной величины оказывают влияние многие примерно равнозначные факторы. Нормальному распределению подчиняется наработка до отказа многих восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий, размеры и ошибки измерений деталей и т.д.

Плотность распределения оценивается по формуле

$$f(t) = f_G(t, \alpha, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^{+\infty} \exp\left(-\frac{(t-\alpha)^2}{2\sigma^2}\right) dt \quad (1)$$

Распределение имеет два независимых параметра: математическое ожидание  $\alpha$  и среднее квадратическое отклонение  $\sigma$ .

Вероятность безотказной работы соответственно равна

$$P(t) = P_G(t, \alpha, \sigma) = 1 - \int_{-\infty}^t f_G(t, \alpha, \sigma) dt = 0,5 - \Phi\left(\frac{t-\alpha}{\sigma}\right) \quad (2)$$

здесь  $\Phi(x)$  – функция Лапласа

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{+\infty} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt \quad (3)$$

Распределение Вейбулла (ЗРВ) – довольно универсальное распределение, охватывающее путем варьирования параметров широкий диапазон случаев изменения вероятностей. Оно удовлетворительно описывает наработку деталей и узлов технологического оборудования по усталостным разрушениям, применяется также для оценки надежности по приработочным отказам, для этого воспользуемся работами [1, 2, 3].

Распределение характеризуется следующей функцией вероятности безотказной работы

$$P(t) = P_V(t, \lambda, \delta) = \exp(-\lambda t^\delta) \quad (4)$$

Плотность отказов

$$f(t) = f_V(t, \lambda, \delta) = \lambda \delta t^{\delta-1} \exp(-\lambda t^\delta) = \lambda \delta t^{\delta-1} P_V(t, \lambda, \delta) \quad (5)$$

Форма зависимости параметров надежности от времени в соответствии с распределением Вейбулла зависит от параметра формы и показателя  $\lambda$ .

Доильная установка представляет собой совокупность отдельных восстанавливаемых систем, которые, в свою очередь, состоят из последовательно и параллельно соединенных элементов. Если рассматривать доильную установку, представляющую собой систему с конечным временем восстановления каждого из соединенных элементов, то вероятность безотказной работы в целом мы можем представить в виде:

$$P_C(t) = \prod_{i=1}^n P_{Yi}(t_d) \cdot \left(1 - \prod_{j=1}^n [1 - P_{Zi}(t_d)]\right) \quad (6)$$

Так как в данной работе мы не рассматриваем доильные аппараты, обозначим вероятность безотказной работы параллельно соединенных элементов как:

$$I = \left( 1 - \prod_{j=1}^n [1 - P_{Zi}(t_d)] \right) \quad (7)$$

Тогда выражение 6 примет вид:

$$P_c(t) \quad (8)$$

Как показал предварительный анализ надежности вакуумной системы доильной установки, возникающие отказы подчиняются двум законам распределения: ЗРВ и ЗНР.

Функцию надежности вакуумной системы в этом случае можно представить в виде:

$$P_c(t) = I \cdot e^{-\lambda t^\delta} \prod_{i=1}^n \frac{1}{\delta_i \sqrt{2\pi}} \int_t^{+\infty} e^{-\frac{(z-a_i)^2}{2\delta_i^2}} dz \quad (9)$$

где  $z = t$  – наработка.

Далее находим плотность отказов вакуумной системы, используя правила логарифмического дифференцирования, в результате получаем формулу для плотности отказов вакуумной системы:

$$f(t) = -\frac{dP}{dt} = -P(t) \frac{d}{dt} \ln P(t) = e^{-\lambda t^\delta} \prod_{i=1}^n \left[ \frac{1}{\delta_i \sqrt{2\pi}} - \lambda t^{\delta-1} + \sum_{i=1}^n \frac{e^{-\frac{(t-a_i)^2}{2\delta_i^2}}}{\int_t^{+\infty} e^{-\frac{(z-a_i)^2}{2\delta_i^2}} dz} \right] \quad (10)$$

Интенсивность отказов вакуумной системы может быть определена по формуле:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} = -\lambda t^{\delta-1} + \sum_{i=1}^n \frac{e^{-\frac{(t-a_i)^2}{2\delta_i^2}}}{\int_t^{+\infty} e^{-\frac{(z-a_i)^2}{2\delta_i^2}} dz} \quad (11)$$

Среднюю наработку вакуумной системы до отказа находим по формуле:

$$\bar{t} = \int_0^{+\infty} P(t) dt = \int_0^{+\infty} \left[ e^{-\lambda t^\delta} \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \int_t^{+\infty} e^{-\frac{(z-a_i)^2}{2\sigma_i^2}} dz \right] dt \quad (12)$$

Результаты теоретической оценки показателей надежности вакуумной системы позволят провести расчеты и получить количественные значения показателей, с помощью которых возможно построить графики изменения надежности вакуумной системы доильной установки в зависимости от наработки, что в свою очередь приведет к прогнозированию работы системы в целом.

**Библиографический список**

1. Анилович, Б.Я. Эксплуатационная надежность сельскохозяйственных машин [Текст] / Б.Я. Анилович. – Мн.: Ураджай, 1974. – 263 с.
2. Костенко, С.И. Исследование надежности отремонтированных комбайнов СК-4 в производственных условиях [Текст] / С.И. Костенко // Труды ГОСНИГИ. – М., 1970. – С. 138-146.
3. Липовецкий, Э.Г. Исследование эксплуатационной надежности парка самоходных зерноуборочных комбайнов на гусеничном ходу [Текст] / Э.Г. Липовецкий, Ф.А. Гершков // Трактора и сельхозмашины. – 1972. – № 10. – С. 25-27.
4. Свирщевский, А.Б. Система контроля надежности сельскохозяйственных машин [Текст] / А.Б. Свирщевский, В.М. Степанов // Труды ВИСХОМ. – М., 1971. – С. 275-289.
5. Хазов, Б.Ф. Справочник по расчету машин на стадии проектирования [Текст] / Б.Ф. Хазов, Б.А. Дидусев. – М.: Машиностроение. 1986. – 224 с. : ил. - (Основы проектирования машин).

**E-mail:** [titusbav@mail.ru](mailto:titusbav@mail.ru).

УДК 631.158:658.3

**СОСТОЯНИЕ УСЛОВИЙ И ОХРАНЫ ТРУДА  
РАБОТНИКОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**FARM WORKERS' LABOUR CONDITIONS AND PROTECTION**

**Г.Г. Сучок**, кандидат педагогических наук, доцент

**Е.Ю. Гузенко**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**G.G. Suchok, E.Y. Guzenko**

*Volgograd state agricultural academy*

Развитие АПК и реализация намеченных планов. Дан анализ состояния охраны труда на селе. Приведены мероприятия по улучшению условий труда.

Agricultural Industrial Complex development and marked plans realization. Labour protection in the country condition analysis is given in the article. Activities on labour conditions improvement are listed here.

**Ключевые слова:** задачи, нарушения, объекты сельского хозяйства, профессиональные заболевания, опасные факторы.

**Key words:** tasks, breach, farm establishments, occupational diseases, dangerous factors.

Общая оценка состояния здоровья работающего населения России свидетельствует о серьезном его ухудшении.

Для изменения неблагоприятных условий труда и высокой заболеваемости работающего населения в последние годы предпринимались определенные шаги на всех уровнях государственной власти. В частности, разработана стратегия развития агропромышленного комплекса и приоритетный национальный проект.

Анализ показал, что на многих сельскохозяйственных предприятиях условия труда и бытовое обеспечения работников в целом оценивается как критические.

Состояние условий труда на производстве, сохранение здоровья и жизни работников – актуальная проблема, непосредственно влияющая как на работу, так и экономическую стабильность организаций агропромышленного комплекса.

Нередко основными причинами неудовлетворительных и даже крайне опасных условий труда являются элементарное невнимание, безответственность ряда работодателей, привычка безнаказанно нарушать права работников, не выполнять требования законодательства о создании безопасных условий на рабочих местах, не осуществлять мероприятия по предотвращению несчастных случаев на производстве.

Характерными нарушениями законодательства об охране труда на предприятиях являются:

- ненадлежащая организация ведомственного контроля за состоянием условий и охраны труда, частое нарушение нормативной численности службы охраны труда, предписываемой статьями Трудового кодекса РФ;
- не проведение аттестации рабочих мест по условиям труда и сертификации работ по охране в организациях в соответствии со статьей 212 Трудового кодекса РФ;
- нарушение норм обеспечения работников средствами защиты, установленными трудовым законодательством и Правилами обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты;
- отступление от требований СНиП мероприятий по содержанию территории, зданий и сооружений, проходов и проездов;
- нарушение безопасности работ при эксплуатации грузоподъемных механизмов, электроустановок, а также безопасности работ на высоте;
- невыполнение коллективных договоров, соглашений.

Такие факты должны быть объектом пристального внимания государственных органов власти, наделенных полномочиями управ-

ления, надзора, контроля в области охраны труда и профсоюзных организаций.

В настоящее время предприятия АПК, особенно сельскохозяйственного производства, являются самыми травмоопасными в стране. Одна из главных причин такого положения в том, что основная масса рабочих мест на предприятиях АПК не соответствует требованиям эргономики и санитарным нормам и оснащена устаревшим оборудованием. Износ оборудования, машин и механизмов в некоторых организациях составляет 70-80 %, однако они продолжают эксплуатироваться с нарушением требований охраны труда.

Большая часть действующих на предприятиях оборудования, машин и механизмов не отвечает требованиям охраны труда, в результате почти 80 % травм и аварий в сельском хозяйстве и в перерабатывающих отраслях происходят при обслуживании техники. Многие несчастные случаи связаны с недостаточным обучением работников, нарушением режимов труда и отдыха, трудовой дисциплины.

Участились на производстве несчастные случаи от стрессов, переутомления.

На объектах сельского хозяйства, как правило, не механизированы трудоемкие работы, не работает или отсутствует вентиляция, в зимний период не отапливаются бытовые и производственные помещения, крайне недостаточна освещенность рабочих мест. Текущий и капитальный ремонты производственных и бытовых помещений проводятся несвоевременно, более половины имеющихся бытовых помещений не функционирует.

Устарел значительно сократившийся машинно-тракторный парк, его износ достиг 35-95 %, ремонтная база не обновляется, большое количество ремонтно-механических мастерских и предприятий машинно-тракторных станций не готовятся к работе в зимних условиях, в холодный период года не отапливаются (температура воздуха в них составляет 2-4 °С), отсутствует принудительная вентиляция, недостаточно освещение.

Уровни шума и вибрации на тракторах превышают предельно-допустимые в 3-4 раза, концентрация пыли и оксида углерода превышает ПДК в 3 раза, уровни шума на уборочных комбайнах, грузовых автомашинах разной модификации – на 5-15 дБ (класс условий труда в зависимости от уровня шума – вредный 3.1-3.2), вибрации – до 2 раз. Температура воздуха в кабинах в зимнее время ниже допустимой температуры на 5-7 °С.

Спецодеждой и средствами индивидуальной защиты работники обеспечиваются неудовлетворительно.

Нарушаются постановления Правительства РФ от 25.02.00 № 162 «Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин».

В результате вышеперечисленных опасных и вредных производственных факторов у водителей и трактористов проявляются стойкие функциональные изменения в организме, что приводит к росту уровня профессиональной заболеваемости. При наметившейся общей тенденции снижения профессиональных заболеваний по Российской Федерации в сельском хозяйстве наблюдается незначительный рост профпатологии.

За последние пять лет у работников сельскохозяйственного производства было зарегистрировано 6528 случаев профессиональных заболеваний.

Профессиональные заболевания у работников сельского хозяйства в 2008 г. составили 9,7 % от всех профессиональных заболеваний, зарегистрированных в РФ (7740 случаев). Основная масса профзаболеваний и отравлений приходится на следующие профессии: тракторист – 36 %, водитель автомобиля – около 5 %.

Основные вредные производственные факторы, оказывающие влияние на тружеников села, – вибрация (общая и локальная) – 32,7 %, тяжесть и напряженность трудового процесса – 28,18 %. Наибольшее число случаев профзаболеваний регистрируется у лиц, стаж которых при контакте с общей и локальной вибрацией составлял более 30 лет – 42,7 %, у более молодых: 20-24 года – 19,8 %, 15-19 лет – 9,1 %.

Обстоятельствами и условиями возникновения хронических профзаболеваний в сельском хозяйстве на протяжении многих лет служили: конструктивные недостатки средств труда – в 47,3 % случаев, несовершенство технологических процессов – в 20,9 % случаев, профессиональный контакт с инфекционным агентом – 13,2 %, несовершенство рабочих мест – 5,2 %, отсутствие средств индивидуальной защиты – 2,4 %, неприменение СИЗ – 4,2 % случаев.

Безопасность труда должна стать таким же важным элементом в деятельности всех организаций, как производительность труда, себестоимость и качество оказываемых услуг, а проблемы обеспечения работающих здоровыми и безопасными условиями труда на производст-



ве – важным направлением в деятельности Профсоюза работников агропромышленного комплекса РФ.

Остается надеяться, что проблема службы охраны труда сельского хозяйства РФ будет разрешена положительно. Этого требуют и состояние условий труда, и многочисленные несчастные случаи.

**E-mail:** [mshaprov@bk.ru](mailto:mshaprov@bk.ru)

УДК 631.674.5:631.8

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕСЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ С ПОЛИВНОЙ ВОДОЙ**

### **THE IMPROVED TECHNOLOGY OF APPLYING CHEMICALS WITH IRRIGATION WATER**

**Н.Ю. Мильченко**, кандидат технических наук, доцент  
ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия

**N.Y. Milchenko**

*Volgograd state agricultural academy*

Предложена технология внесения удобрений при малообъемном дождевании в режиме «смачивание – высыхание». Обоснован диапазон оптимальной концентрации и число циклов режима внесения удобрений с поливной водой при малообъемном дождевании в технологическом процессе вегетативных подкормок на примере кормовых культур.

The technology of applying fertilizers with light sprinkler irrigation of the «wetting-drying» regime was suggested. The range of optimum concentration and the number of applying fertilizers frequencies with light sprinkler irrigation water in the technological process of the vegetative fertilization on the fodder crops pattern was grounded.

**Ключевые слова:** технология внесения удобрений, химизация, поливная норма, дождевание.

**Key words:** fertilizers application technology, chimization, watering rate, sprinkling.

Способность растений поглощать элементы минерального питания через поверхность листьев широко используется в полеводстве и плодоводстве для оптимизации питания выращиваемых культур путем некорневой подкормки. Потребность зерновых, овощных плодово-ягодных культур в микроэлементах очень велика и может быть полностью удовлетворена некорневым путем, причем на подкормку через листья растения реагируют значительно быстрее, нежели на обыкновенную подкормку.

Серийные дождевальные машины не отвечают условиям наиболее эффективного использования жидких удобрений и других

средств химизации, вносимых с поливной водой. При рекомендуемых поливных нормах внекорневое усвоение несущественно, т. к. до 40 % легкорастворимых удобрений теряется за счет стока по поверхности поля и выноса в нижние корннеобитаемые почвенные горизонты. Поэтому необходимо усовершенствование технологии внесения удобрений при малообъемном дождевании и методики расчета оптимального с эколого-экономической точки зрения режима поверхностного внекорневого внесения растворов удобрений и других средств химизации для сельскохозяйственных культур с учетом состояния воздушной среды, физических свойств поверхностей растений и распыляемых жидкостей.

Зависимость образующегося слоя на листьях при работе мобильных дождевальных машин от скорости их движения имеет большое значение для реализации малообъемного дождевания без стока жидкости с листьев.

Расчетное допустимое соотношение расхода  $Q$  и скорости мобильной дождевальной машины  $V_p$ , обеспечивающее предельное смачивание поверхности растений имеет вид:

$$\frac{Q}{V_p} = \frac{B\Delta}{\epsilon_\delta} \quad (1)$$

или с учетом предельного числа  $n_{np}$  и размера капель  $d_\delta$ , обеспечивающих полное покрытие, предотвращение слияния капель и стекания жидкости:

$$d_\delta^3 \cdot n_{np} = \frac{6B^2\Delta}{\pi^2 \epsilon_\delta R^2 n_{расп}} P, \quad (2)$$

где  $B$  – ширина захвата дождевальной машины, м;  $R$  – радиус орошения, м;  $\epsilon_\delta$  – допускаемое соотношение объема аккумулируемого слоя к вылитому машиной за один цикл;  $\Delta$  – толщина аккумулируемого слоя жидкости на растениях, м;  $P$  – вероятность оседания капель на листьях (пропорциональна их размеру и густоте).

Выражение (2) дает связь между конструктивными параметрами рабочих органов машин ( $n_{расп}$ ,  $B$ ,  $R$ ) и предельно допустимым количеством капель на единицу поверхности растений при вероятности их оседания на листьях. Для реализации малообъемного дождевания необходимо уменьшить соотношение  $\frac{Q}{V_p}$  в 10-20 раз. Для мобильных дождевальных машин это означает необходимость снижения расхода

раствора удобрений в период внесения в 3-5 раз при таком же повышении скорости  $V_p$ . Повышение скорости ограничивается динамической прочностью конструкций существующих машин, а снижение расхода требует переделки дождевальных насадок и соответственно изменения режима работы насосов.

Для определения оптимальной концентрации растворов удобрений проводилась внекорневая подкормка в режиме «смачивание – высыхание» кукурузы в фазу 10-12 листьев и люцерны в фазу цветения и налива семян. Вносили ЖКУ марки 10:34 из расчета 50 кг д.в./га при изменении концентрации раствора от 0,06 до 10 %. Аккумулирующая способность растений, в зависимости от их геометрических характеристик, составила 60-200 л/га при скорости ветра 1,5-2 м/с и температуре воздуха 22 °С.

Сравнение данных урожайности (по биомассе) показало, что наиболее эффективно внесение растворов удобрений в интервале концентраций 0,5-3 %, т. к. при этом наблюдался наибольший прирост и показатели приращения азота в сухой массе исследуемых растений.

Для изучения динамики усвоения ЖКУ различной концентрации определялось содержание азота и фосфора в сухой массе растений через 0,5, 12 и 24 часа после внесения удобрений. Сравнение показателей приращения азота и фосфора в воздушно-сухой массе растений по сравнению с контрольными растениями без внесения ЖКУ показало, что темп усвоения при более высокой концентрации со временем снижался и был наиболее низким при концентрации 10 %, особенно после 12 часов, что объясняется наличием химожогов.

С учетом результатов проведенных исследований рекомендуется технология внесения удобрений концентрацией 0,5-3 % при малообъемном дождевании при норме расхода раствора удобрений на смачивание 60-200 л/га и длительности периода высыхания 8-10 мин, в зависимости от метеорологических условий, с повторением цикла «смачивание – высыхание» до внесения всей необходимой дозы удобрений.

#### Библиографический список

1. Рекомендации по применению усовершенствованных технологий и средств механизации для внесения удобрительных растворов в орошаемом земледелии [Текст] / Под ред. д.т.н. Р.П. Заднепровского. Поволжский НИИ экологии и мелиоративных технологий, Волгоградская ГСХА, Волгоградский клуб докторов наук. – Волгоград, 2002. – 91 с.
2. Мильченко, Н.Ю. Технология внесения удобрительных растворов при малообъемном дождевании [Текст] / Н.Ю. Мильченко // Современные оросительные мелиорации – состояние и перспективы. Материалы междунар. научно-практич. конф. / Волгоградская ГСХА. – Волгоград, 2004. – С. 216-219.

**E-mail:** milch-natalya@yandex.ru

УДК 635.652/.653:631.5

## ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ФАСОЛИ THE TECHNOLOGY OF FRENCH BEANS CULTIVATION

**В.Н. Павленко**, кандидат технических наук, доцент

**И.А. Тюрина**, студентка гр. ТМп-46

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**I.A. Tuyrina, V.N. Pavlenko**

*Volgograd state agricultural academy*

Приведены данные совершенствования технологии уборки фасоли на основе двухлетних исследований. Целенаправленная работа позволила уменьшить травмирование зерна фасоли и повысила урожайность на 0,5 т/га.

French beans harvesting technology perfection data on the 2 – year researches basis is given in the article, aimed work allowed to decrease the French beans seeds traumatizing and it increased crop capacity in 0,5 t/ha.

**Ключевые слова:** бич, боб, стеблестой, стерня, обмолот, подбарабанье, молотильный аппарат.

**Key words:** scourse, bean, stalk standing, threshing, concave, threshing mechanism.

Фасоль – одна из наиболее ценных сельскохозяйственных культур, играющая значительную роль в питании человека. Ее посевные площади в мире составляют 26 млн га. Эта культура содержит до 31 % белка, в том числе из незаменимых аминокислот 2-4 % лизина и 0,1...0,2 % триптофана, углеводов в фасоли 50-60 %, жира – до 3,6 %. Переваримость его достигает 70 %, приближаясь по этому показателю к продуктам животноводства. Благодаря этому зерно фасоли во многих странах заменяет людям мясные продукты.

В Нижнем Поволжье фасоль выращивают, в основном, на приусадебных участках. Это объясняется отсутствием надежной механизированной технологии возделывания и уборки этой культуры. В Волгоградской области фасоль не получила широкого распространения, хотя по пищевым и вкусовым качествам она превосходит другие зернобобовые культуры.

Главная причина – отсутствие технологических сортов (из-за низкого прикрепления бобов потери урожая при комбайновой уборке составляют 50-70 %), неразработанные нормы, сроки и способы посева, засоренность полей.

Выращивание фасоли на значительных площадях часто заканчивалось неудачами в связи со значительной опасностью застарения посе-

вов сорняками, трудностью получения полноценных продуктивных стеблестоев из-за невысокой полноты всходов в сухие весны, а главное, с нерешенностью проблемы уборки урожая. Уже выращенный урожай погибал полностью или продукция была низкого качества при уборке рекомендованным отдельным способом.

Наиболее сложна проблема уборки урожая. Стандартная технология уборки фасоли предусматривает скашивание стеблестоя бобовыми жатками в валки для сушки с последующим обмолотом комбайнами с подборщиками. Однако культуру убирают в конце лета – начале осени, когда подсушить валки уже сложно. Стерни, которая предохраняет растительную массу в нижней части валка от порчи, из-за широкорядного способа сева и минимальной высоты среза стеблестоя у фасоли практически нет. В связи с этим скошенная масса, попав на влажную почву, подгнивает, урожай теряется. Но и в хорошую погоду сложности остаются. При скашивании стеблестоя бобовыми жатками потери составляют 20...40 % биологического урожая семян из-за того, что не срезают нижние бобы. Кроме того, при подборе и обмолоте валков, продолжительное время пролежавших в поле, в бункер комбайна вместе с зерном попадает почва, и часть комочков соответствуют по размеру семенам фасоли, продукция теряет товарность.

Перед нами ставилась задача: совершенствование технологии уборки фасоли, снижение потерь урожая при скашивании, повышение качества убираемой продукции.

Новую схему технологии возделывания и уборки фасоли испытывали на полях КФХ «Медведи» Михайловского района. Там испытывали сорта Нерусса, Рубин, Ока, Горналь.

Климат района проведения опытов континентальный с частыми засухами. Гидротермический коэффициент составляет 0,6, сумма положительных температур воздуха – 3459 °С, среднегодовое количество осадков – 300-350 мм. Почвы участка – тяжелосуглинистые (до 25 % солонцов), содержат 1,8-2,0 % гумуса. Исследования проводили по предшественнику – черный пар, уход за которым осуществляли в соответствии с рекомендациями для сухостепной зоны каштановых почв: весной – покровное боронование в 2 следа боронами «зиг-заг», ранневесенняя культивация на глубину 8-10 см, предпосевная – на 5-6 см с одновременным боронованием, посев – сеялкой СО-4,2 при прогревании почвы до 10-12 °С, способ посева широкорядный, с междурядьями 70 см, послепосевным прикатыванием. Повторность – 4-кратная, площадь делянки – 126 м<sup>2</sup>. В течение вегетации проводили 2 междурядные обработки с прополкой

посевов вручную в отдельные годы. Испытывали 4 сорта фасоли селекции ВНИИЗБК.

Вели наблюдения по основным фазам развития растений, изучали густоту их стояния по всходам и перед уборкой, влажность почвы в слое 0...1 м, пищевой режим, структуру, урожай и качество зерна.

Наши наблюдения за сохранностью растений фасоли показали, что она сильно зависит от метеоусловий: у большинства сортов в неблагоприятный засушливый год она снизилась на 1-9 %. В среднем ее величина была одинаковой, больше – у сортов Рубин и Ока, меньше – у сортов Горналь и Нерусса.

На величину урожайности влияло содержание влаги под посевами фасоли.

Широкорядный посев позволяет проводить две междурядные культивации. По мере роста растений, появления и развития бобов стебли фасоли начинают «разваливаться», а после созревания зерна отмечается полегание почти всех растений. Из-за отсутствия в мелких хозяйствах специальных фасолеуборочных машин и во избежание травмирования и дробления зерна, потерь урожая фасоль убирают в основном вручную. Для сокращения ручного труда из почвы выдергивают не бобовые стручки, а растения вместе с бобами (корневая система фасоли слабая) и формируют валки на поле, или растения с бобами отправляют на естественную сушку под навес. В обоих вариантах возможен сбор растений с частью незрелых бобов, что предотвращает их растрескивание и потери зерна. При естественной сушке (в валках или под навесом) незрелые бобы быстро подсыхают и становятся пригодными для обмолота. Оптимальная влажность бобов перед обмолотом – 14-16 %.

Апробирован обмолот фасоли с подбором валка на переоборудованном зерноуборочном комбайне «Нива», в частности, на комбайне СК-5А1. В штатном молотильном аппарате этого комбайна – в его подбарабанье (деке) – расстояние (просвет) между прутками составляет 4 мм. После переоборудования молотильного аппарата (рис. 1) из подбарабанья 2 по одному прутку (2) убирают (убранные прутки показаны пунктирными линиями).

При этом просвет между прутками возрастает и составляет 10 мм. В штатном молотильном аппарате обмолот сопровождается дроблением зерна, а обмолот бобов с крупным зерном (толщиной свыше 4 мм) невозможен. Такое переоборудование комбайна полностью не исключает дробление зерна, но существенно его снижает.

Повысить качество обмолота бобов фасоли можно и за счёт ещё одной доработки – модернизации молотильного аппарата. Она заключается в замене металлических бичей в молотильном барабане 1 (его би-

При этом ударное воздействие бичей на бобы уменьшается в 4-5 раз. Для «раскалывания» просушенных бобов не требуются высокие ударные нагрузки. Их снижение лишь повышает качество обмолота, поскольку зерно фасоли – легко повреждаемый продукт. При этом частота вращения молотильного барабана уменьшается до 600-800 мин<sup>-1</sup>, что также снижает ударные нагрузки на бобы.

## Библиографический список

1. Артемов, В.Е. О снижении механического травмирования комбайнами [Текст] / В.Е. Артемов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1971. – № 11. – С. 28-30.
2. Германцева, Н.И. Эффективность процесса обмолота в бильном молотильном устройстве зернокомбайна [Текст] / Н.И.Германцева // Технол. процессы механизир. работ в сельском хозяйстве. – С.109-113.
3. Павленко, В.Н. Оптимальные технологические регулировки бильного молотильного аппарата для нута [Текст] / В.Н.Павленко, В.Л. Строков, В.В. Балашов // Информ. листок №230-89. Волгогр. ЦНТИ. – 3.
4. Федосеев, Б.В. Механизированная технология возделывания и уборки бобовых культур [Текст] / Б.В.Федосеев. – М.: Россельхозиздат, 1983. – С. 216-219.

127

## ПАТРИАРХИ АГРАРНОЙ НАУКИ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

---



Г.М. Тумин (1876-1957) – основатель кафедры «Почвоведение». Крупный ученый-почвовед докучаевской школы. Тумин Григорий Михайлович родился 6 февраля 1876 г. в хуторе Орловский, Михайловского района Царицынской губернии в семье казака-землепашца. Через семь лет семья переехала в г. Урюпинск, где отец служил ветеринарным фельдшером. Здесь Г.М. Тумин учился в начальной школе и окружном училище (около г. Саратова).

Высшее образование он получил в Ново-Александровском институте сельского хозяйства и лесоводства (Польша), закончив сельскохозяйственное отделение. Учился успешно, из тридцати одной дисциплины в дипломе оценены три на «хорошо» остальные – на «отлично». По нынешнему положению в системе высшего образования он получил бы диплом с отличием. Но его учеба в институте сопровождалась не только успехами. Уделяя ей много внимания, он не оставался в стороне от тех политических событий, которые происходили в стране. Студен-



ческие волнения, докатившиеся до Новой Александрии, захватили и его. За участие в студенческих забастовках в 1902 г. (с 3-го курса) он был уволен из института на два года. Покинув институт, Г.М. Тумин поступил на работу по изучению почв бывшей Саратовской губернии. Много лет спустя он вспоминал: «Полевая исследовательская работа по почвоведению так захватила меня, что я легко мирился со всеми неудобствами экскурсионной жизни и оставался на почвенных исследованиях на длительный срок, а на изучение почв на всю жизнь».

Диплом об окончании Ново-Александрийского института Г.М. Тумин получил только 30 октября 1907 г. (В начале Первой мировой войны институт из Польши был переведен в г. Харьков и стал Харьковским сельскохозяйственным институтом).

Много лет он проработал земским почвоведом при губернских земских и переселенческих управлениях, проводя ежегодные непосредственные полевые исследования почв в самых разнообразных условиях климата и физико-географической обстановки: в сухих степях Нижнего Поволжья и Северного Кавказа, в черноземной полосе Европейской части России.

С первых шагов своего участия в почвенных обследованиях он проявил себя не только аккуратным и добросовестным исполнителем технической работы, но и творческим исследователем. Он давал не только тщательное описание почв отработанными методами, но и поднимал новые вопросы научного исследования, применяя новые приемы их исследования.

Печататься Г.М. Тумин начал еще студентом, будучи активным участником любителей естествознания. Одной из первых его работ была статья «К вопросу о генезисе солонцов», опубликованная в журнале «Почвоведение» № 3 в 1904 году.

В связи с активной исследовательской деятельностью, многим публикациями в разных изданиях Г.М. Тумин уже в дореволюционный период приобрел известность и репутацию серьезного творческого научного работника. Его имя было довольно широко известно почвоведом и агрономам, работающим в полеводстве. Данные и выводы из исследований Г.М. Тумина широко использовались и цитировались в работах почвоведов и учебниках.

После революции Г.М. Тумин проявил себя умелым организатором и руководителем научно-исследовательских коллективов. В период с 1916 по 1931 годы он заведовал почвенными отделами и был директором Тамбовской, Саратовской, Каменно-степной опытных станций.

В 1924 году Г.М. Тумин избирается по конкурсу профессором кафедры почвоведения Воронежского сельскохозяйственного института. С этого времени до конца 1930 г. он работал в институте, не прекращая работу в Каменной Степи. Под его руководством и при непосредственном участии были выполнены крупные исследования по изучению влияния лесных полос на почвенные процессы, климат окружающей степи и продуктивность сельскохозяйственных культур.

Академик Б.Б. Палынов отмечал, что Г.М. Тумин не только выяснил характеристику новых почв, но и показал их географическое распределение на территории Европейской части и внес, таким образом, новые моменты в географию и картографию почв Союза. Эти работы были опубликованы в двух томах Тамбовского губернского земства, в Ежегоднике по геологии и минералогии России, в журнале «Почвоведение» и в ряде других изданиях.

В декабре 1930 года Г.М. Тумин был арестован на Каменно-Степной опытной станции и осужден 18 февраля 1931 года за участие в антисоветской организации к заключению в ИТЛ сроком на 10 лет (ст.58 пункт 10-11). Освобожден из лагерей был досрочно в 1937 году «за ударную работу», как и сам он писал, на канале Москва-Волга. С 1937 года до конца 1945 года Г.М. Тумин работал почвоведом в Волгострое (г. Рыбинск) энтомологом Рыбинской малярной станции, заведующим Большесельским Госсортоучастком (Ярославская область).

После окончания войны (в январе 1946 года) Г.М. Тумин был зачислен в Сталинградский сельскохозяйственный институт на должность заведующего кафедрой почвоведения. При переезде института из Урюпинска в Сталинград (конец 1948 года) возникли осложнения с пропиской, т.к. судимость была препятствием для проживания в областных центрах. Недостаток в квалифицированных кадрах и настойчивость ректора (Рыжутина Н.Д.) преодолели преграды, и его удалось сохранить в институте. Несмотря на преклонный возраст, Г.М. Тумин взялся энергично за создание кафедры почвоведения, доставал оборудование, изготавливал простейшие приспособления и приборы, осуществлял экспедиции по изучению почв, отбору почвенных монолитов для будущего музея и необходимых образцов почв для проведения занятий.

Г.М. Тумин пользовался большим авторитетом в коллективе института, был общепризнанным профессором, но не ученой степени, ни аттестата профессора у него не было. По совету коллег, он обратился к ряду крупных ученых страны с просьбой поддержать ходатайство о присуждении ученой степени доктора наук без защиты по совокупности

научных работ. Несмотря на то, что судимость не была еще снята, академики В.И. Бушинский, Б.Б. Польшин и Л.И. Прасолов дали хорошие отзывы о научной деятельности и большой ценности научных работ Г.М. Тумина.

Ходатайство института завершилось выдачей в 1949 году Г.М. Тумину аттестата профессора.

В период известной оттепели по постановлению особого совещания при МВД СССР 17 июня 1953 года с Г.М. Тумина была снята судимость, вместе со всеми связанными с ней ограничениями.

В нашем институте Г.М. Тумин был не только основателем кафедры почвоведения, но и вел большую работу по консультации исследований, отбору целинных и залежных земель, организации закладки и проведении опытов по мелиорации солонцов и солонцеватых почв, выступал с докладами на научных конференциях и совещаниях. В последние годы работы Г.М. Тумина при кафедре была открыта аспирантура, выпускниками которой стали М.Т. Протско, А.И. Цуканова и др.

В центре внимания Г.М. Тумина всегда были актуальные проблемы плодородия почв, полезащитного лесоразведения и урожайности культур. Многие его работы были первопроходческими. Еще в 1910 году он предложил для более полной характеристики выражать механический состав почв не двух-, а трехчленным соотношением. Им впервые выделены и описаны новые формы северной окраины черноземных почв: мощный, тучный, выщелочный чернозем, деградированный чернозем. Своеобразие характеристики и выделение этих почв в дальнейшем было признано и подтверждено многими его последователями. Основные установленные положения в дальнейшем подвергались лишь некоторому углублению и распространению на другие регионы.

В советский период деятельности ценные работы Г.М. Тумина выполнены по проблеме борьбы с засухой в нашей степной зоне. Им впервые было установлено, что произрастание леса не всегда вызывает деградацию почв. В результате глубоких исследований с большими сопутствующими наблюдениями и определениями как за почвой, так и за климатом было убедительно доказано, что лесные насаждения в степной зоне оказывают благотворное воздействие на содержание гумуса, его состав, структурность черноземных почв, на всю окружающую среду и формирование урожая культурных растений. Эти выводы в дальнейшем были подтверждены работами Горшенина К.П., Заева П.П. и др.

Педагогическую деятельность Г.М. Тумин начал в Воронежском сельскохозяйственном институте, придя на кафедру почвоведения уже

зрелым и признанным ученым. Лекции его воспринимались с большим интересом студентами и преподавателями. Высокая эрудиция, большой опыт полевого изучения почв, оригинальные научные публикации обеспечили ему заслуженный авторитет и известность среди научной и производственной агрономической общественности.

В Волгоградский сельскохозяйственный институт Г.М. Тумин пришел известным ученым, и все вопросы использования земель в области решались с его участием. При отборе целинных и залежных земель он был основным консультантом и настойчиво добивался, чтобы в пашню попадало меньше солонцовых и солонцеватых почв, что, к сожалению, не всегда учитывалось производителями.

Г.М. Тумин принимал непосредственное участие в полевых исследованиях комплексной экспедиции Академии наук СССР по изучению почв трассы Государственной лесной полосы Сталинград-Астрахань и консультировал почвенные отряды, работавшие на этой полосе. Он занимался также изучением корневых систем древесной растительности в различных почвенных зонах Юго-Востока.

В течение ряда последних лет им изучались почвенные комплексы в зоне каштановых и светло-каштановых почв. Он принимал также непосредственное участие в отборе целинных и залежных земель в Сталинградской области, давая ценные советы научным работникам и агрономам.

Нельзя не отметить своеобразие изложения ученым теоретического материала студентам. За кафедрой он не стоял и никакими педагогическими приемами не пользовался. Он медленно ходил перед студентами и четким, несколько глуховатым голосом рассказывал теоретические положения, обосновывая их примерами из практического обследования почв. Свообразие, лаконичность, практическая ценность его лекций я полнее осознал и оценил по-настоящему только много лет спустя в аспирантуре и особенно когда сам начинал читать лекции по почвоведению.

Вторую часть почвоведения – географию почв – он излагал не в зональном порядке с севера на юг, как в учебниках. Начинал с черноземов – вершины почвообразовательного процесса. Далее зональные почвы рассматривал вверх на север и вниз на юг, все время сравнивая их по основным свойствам, признакам, показателям с черноземами мощными и тучными. Это позволяло ему наиболее четко и выразительно показать, насколько существенно рассматриваемые зональные почвы отличаются от эталона – чернозема.

Будучи убежденным последователем докучаевской школы почвоведов Г.М. Тумин, довольно своеобразно оценивал работы ряда почвоведов и агрономов. Общеизвестны его критические высказывания по работам В.Р. Вильямса, Т.Д. Лысенко и др. как на научных конференциях, так и на лекциях.

Перу Григория Михайловича принадлежит большое количество рукописных отчетов, около 70 монографий, статей, очерков, популярных брошюр. Рукописные и печатные работы Г.М. Тумина всегда отличались концентрированным физическим материалом, свежестью и оригинальностью теоретического их осмысления, всесторонней обоснованностью и логической убедительностью.

Для студентов наиболее интересной и запоминающейся была полевая практика по изучению и картированию почв под руководством профессора Г.М. Тумина. Несмотря на преклонный возраст, при исследовании почв он ежедневно совершал обходы в десятки километров. Студенты обычно рассказывали, как большое достижение, что весь день они почти не отставали от Г.М. Тумина. Как истинный педагог, он даже в дороге никогда не молчал, постоянно рассказывал, разъяснял окружающую обстановку. Глубоко запомнились в его изложении основные факторы почвообразовательного процесса и их взаимодействие, проявление на изучаемых почвах.

Нравилось Г.М. Тумину, когда студент сразу с чем-то не соглашался, высказывал свои суждения, вступал в дискуссии. Переубеждая, оспаривая, приводя обоснования, он беседовал со студентами как бы на равных, без тени недовольства.

Хочу отметить еще одну деталь. Требовательность к студентам и аспирантам у него возрастала по мере того, как удостоверялся в наличии знаний. На экзаменах и семинарах он начинал им подбрасывать все новые и новые вопросы. При максимальном напряжении, я осознал, что ответы получаются все менее удачными, и в конце я оказывался буквально загнанным в угол. Усмехаясь и говоря, что почвоведение не такая уж простая наука, он записал в зачетку «отлично». В последующем, в аспирантуре, при подготовке кандидатского минимума по почвоведению, на семинарах, в таком положении я оказывался неоднократно, хотя готовился каждый раз с максимальным старанием.

Еще несколько сведений о семейной жизни Г.М. Тумина. Женат он был на эстонке Юлии Ренгольдшне. Родители жены жили в деревне Эстонии, близ Красного Кута Саратовской области. Детей в семье Туминых было трое детей: два сына и дочь. Оба сына участвовали в Вели-

кой Отечественной войне. Один из них погиб, второй – Валентин, 1921 года рождения после войны окончил наш институт, факультет механизации сельского хозяйства, и работал в области инженером-механиком. Дочь работала в Волгограде учителем. В последние годы Г.М. Тумин жил вдвоем с женой в двухкомнатной квартире в поселке Ельшанка.

И в заключении следует отметить, что труд ученого-почвоведа не был усыпан наградами и почестями, а более десятка творческих рукописей, представлявших немалую научную ценность, остались не опубликованными и утеряны.

**Профессор, академик Россельхозакадемии А.М. Гаврилов**

## СОДЕРЖАНИЕ

СЛОВО ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА	3
ПОРТРЕТЫ МАСТЕРОВ АГРАРНОГО РЕМЕСЛА	4
<b>АГРОНОМИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО</b>	
Овчинников А.С., Азарьева И.И. Хозяйственная эффективность фотосинтеза и продуктивность томатов при капельном орошении.....	7
Кулик К.Н., Рулев А.С., Юферев В.Г. Дистанционно-картографическая оценка деградационных процессов в агроландшафтах юга России.....	12
Рулев А.С., Рулева О.В. Логистический анализ агроландшафтных катен.....	26
Кирейчева Л.В., Белова И.В., Перегудов С.В., Яшин В.М. Энергетическая оценка мелиоративных мероприятий для повышения плодородия почв.....	32
Овчинников А.С., Азарьева И.И. Зона увлажнения почвы как фактор управления ростом корневой системы томатов при капельном орошении.....	43
Боровой Е.П., Белик О.А. Особенности фотосинтетической деятельности и продуктивность сои при капельном орошении в условиях Нижнего Поволжья.....	47
Боровой Е.П., Ветренко Е.А. Аналитический подход к определению параметров контура увлажнения почвы на основе решения уравнения влагопереноса.....	52
Кузнецова Н.В., Степанова Н.Е. Урожайность и качество корнеплодов столовой свеклы сорта «болтарди» на орошаемых землях Нижнего Поволжья.....	58
Зеленев А.В. Продуктивность эспарцета и донника в полевых севооборотах Нижнего Поволжья.....	63
<b>ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ</b>	
Ряднов А.А., Петухова Е.В., Саломатин В.В. Влияние адаптогена стресс-корректора на биохимические показатели крови свиней, характеризующие белковый обмен.....	71
Злепкин А.Ф., Злепкин В.А., Злепкин Д.А., Александрович А.К. Мясная продуктивность откармливаемых свиней при введении в рационы ферментного препарата.....	75
Злепкин А.Ф., Шперов А.С. Влияние селенорганических препаратов на переваримость и развитие внутренних органов свиней.....	79
<b>АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ</b>	
Цепляев А.Н., Русяева Е.Т. Исследование работы модернизированного сошника для высева пророщенных семян бахчевых культур.....	83
Кузнецов Н.Г., Нехорошев Д.А., Воробьева Н.С. Математическая модель процесса разгона трактора МТЗ-80Л с пневмогидравлической планетарной муфтой сцепления...	88
Борознин В.А., Борознин А.В. Методы определения периодичности диагностирования основных узлов доильного аппарата.....	93
Шапров М.Н., Мартынов И.С., Абезин Д.А. Производственный травматизм при ремонте и техническом обслуживании сельскохозяйственной техники.....	98
Кузнецов Н.Г., Гапич Д.С., Назаров Е.А. Техничко-экономические характеристики горизонтальных стабилизаторов нагрузки МТА.....	103
Рогачев А.Ф., Скитер Н.Н. Математическое моделирование и эффективность внедрения технологических инноваций.....	109
Борознин В.А., Борознин А.В., Бобылев Ю.В. Теоретическая оценка показателей надежности вакуумной системы доильной установки.....	113
Сучок Г.Г., Гузенко Е.Ю. Состояние условий и охраны труда работников сельского хозяйства.....	117
Мильченко Н.Ю. Усовершенствованная технология внесения средств химизации с поливной водой.....	121
Павленко В.Н., Тюрина И.А. Технология возделывания фасоли.....	124
<b>ПАТРИАРХИ АГРАРНОЙ НАУКИ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ</b>	128

## ABSTRACTS

### AGRONOMY AND FORESTRY

<b>Ovchinnikov A.S., Azarjeva I.I.</b> Photosynthesis economic efficiency and tomatoes productivity at drip irrigation.....	7
<b>Kulik K.N., Rulev A.S., Juferev V.G.</b> Degradation processes in the south of Russia agro landscapes distant cartographic estimation.....	12
<b>Rulev A.S., Ruleva O.V.</b> Agrolandscape catenas logistic analysis.....	26
<b>Kirejtcheva L.V., Belova I.V., Peregudov S.V., Yashin V.M.</b> Power estimation of meliorative actions for increase of fertility of soils.....	32
<b>Ovchinnikov A.S., Azarjeva I.I.</b> Growth management factor at drip irrigation.....	43
<b>Borovoj E.P., Belik O.A.</b> Soybean photosynthetic activity and productivity features during drip irrigation in Nizhneje Povolzhje conditions.....	47
<b>Borovoj E.P., Vetrenko E.A.</b> Analytical approach to soil moistening contour parameters definition based on moisture transportation equation solution.....	52
<b>Kuznetsova N.V., Stepanova N.E.</b> Red beet of 'boltardi' type crop capacity and edible roots quality on Nizhneje Povolzhje irrigated lands.....	58
<b>Zelenev A.V.</b> Sainfoin and melilot productivity in the lower Volga area field crop rotation....	63

### ZOOTECHNY AND VETERINARY

<b>Ryadnov A.A., Petuhova E.V., Salomatina V.V.</b> Stress-proofreader adaptogen influence on pigs blood biochemical indices characterising albuminous metabolism.....	71
<b>Zlepkin A.F., Zlepkin V.A., Zlepkin D.A., Aleksandrovich A.K.</b> Fattened pigs meat productivity at ferment Preparation implement in rations.....	75
<b>Zlepkin A.F., Shperov A.S.</b> Selenium-organic preparations influence on pigs internal digestibility and development.....	79

### AGROINDUSTRIAL ENGINEERING

<b>Tsepljaev A.N., Rusjaeva E.T.</b> Streamlined shovel for melons and gourds germinated seeds sowing work research.....	83
<b>Kuznetsov N.G., Nehoroshev D.A., Vorobjeva N.S.</b> Tractor MTZ-80L with pneumohydraulic planetary half – coupling starting process mathematical model.....	88
<b>Boroznin V.A., Boroznin A.V.</b> Milking machine main units diagnostic periodicity determination methods.....	93
<b>Shaprov M.N., Martynov I.S., Abezin D.A.</b> Industrial injuries at agricultural machinery repair and maintenance.....	98
<b>Kuznetsov N.G., Gapitch D.S., Nazarov E.A.</b> Machine-tractor unit loading horizontal stabilizers technical-economic characteristics.....	103
<b>Rogatchev A.F., Skiter N.N.</b> Technological innovations implement efficiency and mathematical modeling.....	109
<b>Boroznin V.A., Boroznin A.V., Bobylev Y.V.</b> Milking machine vacuum system reliability indices theoretical estimate.....	113
<b>Suchok G.G., Guzenko E.Y.</b> Farm workers' labour conditions and protection.....	117
<b>Milchenko N.Y.</b> The improved technology of applying chemicals with irrigation water.....	121
<b>Pavlenko V.N., Tuyrina I.A.</b> The technology of french beans cultivation.....	124



## ТРЕБОВАНИЯ К АВТОРАМ

В научном журнале публикуются результаты оригинальных исследований по следующим направлениям:

- *агрономия и лесное хозяйство;*
- *зоотехнические и ветеринарные специальности;*
- *инженерно-агропромышленные специальности.*

Статья представляется в издательство в печатном виде (на листах формата А4) с приложением электронной версии (в формате Word Windows). Times New Roman, размер шрифта 14. Поля: верхнее – 2,4 см; нижнее – 2,4 см; левое – 2,8 см; правое – 2,8 см. Межстрочный интервал для текста – полуторный, для таблиц – одинарный. Количество строк на одной странице – 29±3, знаков в строке – 65±3. Абзацный отступ 1,25 см.

В начале статьи (на русском и английском языках) помещаются: инициалы и фамилия автора (авторов), ученая степень, звание автора (ов), название статьи, краткая аннотация (250-300 печатных знаков); ключевые слова.

В конце статьи дается библиографический список, ставятся дата и подпись автора (авторов); сведения об авторе (авторах): место работы, факультет, кафедра (отдел, научное подразделение), ученое звание, направление исследования, контактный телефоны, почтовый и электронный адрес.

К статье обязательно прилагаются: выписка из протокола заседания кафедры (отдела, научного подразделения) по месту работы автора с рекомендацией о возможности публикации научной статьи; рецензия на статью с визой членов экспертного совета академии и заключением о возможности ее публикации; рецензия специалиста сторонней организации на статью, в которой должны быть отмечены особенности представляемого материала, с точки зрения его новизны, практические результаты и т. д., а также в рецензии должны быть отражены критические замечания и пожелания.

За содержание статей редакция ответственности не несет.

Рукописи возврату не подлежат.

**Плата за публикацию статей с аспирантов очного и заочного отделений не взимается (при наличии заверенной копии удостоверения).**

\* \* \*

Выпускающий редактор Т.В. Черкашина  
Редактор О.В. Сорокина

Компьютерная верстка, макет А.М. Соловьевой

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС9-2014 выдано 06 июня 2007 г. Нижневолжским управлением Федеральной службы по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Издается с 2006 г. Выходит 4 раза в год.

Подписной индекс 31945

Адрес редакции: 400002, Волгоград, Университетский пр-т, 26

Электронная почта vgsxa @ avtlg. ru

Подписано в печать 7.12.09. Заказ 523.

Усл. печ. л. 17,25. Тираж 1000 (первый завод 100).

Издательско-полиграфический комплекс ВГСХА «Нива»  
400002, Волгоград, Университетский пр-т, 26